

Литье и прокатка тонких слябов из сталей категории API для применения в арктических условиях

На металлургическом заводе ОМК, Россия, введен в эксплуатацию новый литейно-прокатный комплекс производительностью 1,2 млн. т/год горячекатаной полосы в рулонах для производства труб диаметром от 21 до 1050 мм. В данной статье описаны особенности планировки комплекса, приведены важнейшие технические характеристики МНЛЗ, позволяющие удовлетворить потребности производства и другие производственные показатели, а также результаты контроля качества продукции. Данные, характеризующие высокое качество продукции, подтверждают правильность принятой концепции.

На Выксунском металлургическом заводе в г. Выксе Нижегородской области, входящем в состав Объединенной металлургической компании (ОМК), введен в эксплуатацию литейно-прокатный комплекс (ЛПК), спроектированный и сооруженный фирмой Danieli. Этот комплекс является первым в России, где применена технология литья и прокатки тонких слябов, и первым в мире по производству продукции из сталей категории API для арктического применения. Литейное и прокатное оборудование комплекса, кроме возможности получения тонких полос, позволяет значительно расширить марочный сортимент продукции в сторону сталей, удовлетворяющих повышенные специфические требования, например, сталей марок API X65 и X70, которые можно использовать при работе в условиях низких температур (до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$) и в агрессивных средах.

значенной для арктического применения, в комплексе предусмотрен участок термомеханической обработки. С учетом желательного соотношения толщины сляба и полосы в процессе прокатки были выбраны слябы толщиной 90 мм. При разработке конструкции МНЛЗ особое внимание уделяли таким вопросам, как выбор толщины сляба, стратегия мягкого динамического обжатия, устройства вторичного охлаждения; при этом исходили из необходимости удовлетворения требований для всего принятого сортамента продукции. В конструкции МНЛЗ предусмотрена возможность сооружения второго ручья при последующем расширении производства. На машине непрерывного литья тонких слябов (максимальная скорость разлива 6 м/мин) применены новейшие достижения технологии: запатентованный фирмой Danieli кристаллизатор H2, гидравлический механизм качания, автоматизированный контроль ширины и конусности кристаллизатора, контроль распределения температуры с системой предотвращения прорывов металла, вторичное охлаждение водяным туманом.

В линии с машиной непрерывного литья тонких слябов установлен вращающийся **окалиноломатель**, который удаляет окислы водой высокого давления, подаваемой через сопла,

Машина непрерывного литья тонких слябов

Общая концепция планировки оборудования литейно-прокатного комплекса показана на **рис. 1**. На одноручьеваой **машине непрерывного литья тонких слябов** с гибкой настройкой FTSC (flexible thin slab caster) (**рис. 2**)



Рис. 1. Схема расположения оборудования литейно-прокатного комплекса Выксунского металлургического завода

Марселлино Форнасье, Карло Пьемонте, фирма **Danieli Davy Distington**;
Алессандро Пигани, Антон Сатонин, фирма **Danieli Wean United**, Буттрио, Италия

Контакт: www.danieli.com
E-mail: info@danieli.com

можно разливать слябы толщиной до 90 мм, применяя технологию мягкого динамического обжатия. Для получения рулонов полосы из стали класса X70 толщиной более 10 мм, предна-

с малым расходом на поверхность сляба перед входом в туннельную печь. Восемь сопел установлены на вращающихся рычагах (по четыре сверху и снизу от сляба). По сравнению

с окалиноломателем традиционной конструкции (например, установленными перед входом в первую клетку черновой группы и в первую клетку чистовой группы) число сопел сокращено на 80 %. Такая конструкция обеспечивает высокую эффективность удаления окалины при малом снижении температуры (около 5 °С).

Очищенный от окалины сляб поступает в туннельную печь. При этом исключена вероятность повреждений печных роликов и предусмотрен контроль окалинообразования в печи, т. е. контроль толщины слоя окалины и ее структуры. В результате толщина слоя окалины на поверхности сляба, ее состав и структура получаются более равномерными.

Прокатный стан и машина непрерывного литья объединяются туннельной печью с роликовым подом в единый блок. **Туннельная печь**, имеющая длину 200 м, позволяет размещать до пяти слябов максимальной длиной 37,5 м. Печь может выступать в роли буфера, позволяющего продолжать непрерывную разливку даже при кратковременной остановке прокатного стана, например в связи с перевалкой валков. Таким образом, остановка прокатного стана не влияет на режим работы МНЛЗ.

Прокатный стан

На выходе из туннельной печи размещено устройство удаления окалины водой высокого давления № 2 (традиционного коробчатого типа). Оно предназначено для получения максимально возможной чистоты поверхности сляба и удаления окалины, сформировавшейся при нагреве в туннельной печи. В конструкции окалиноломателя предусмотрены че-

тыре коллектора (два верхних и два нижних), рассчитанных на рабочее давление 220 бар.

На входе в черновую группу прокатного стана установлена **клетка с вертикальными валками**, в которой производят боковое обжатие сляба с целью поддержания отклонений по ширине в пределах допусков и повышения качества боковых кромок. Обжатие выполняется в паре калиброванных валков, перемещаемых с помощью блока гидравлических цилиндров максимальным усилием 4000 кН. Клетка с вертикальными валками позволяет получать высококачественную поверхность кромок и избежать дефекта типа «собачья кость».

Черновая группа включает две **четырёхвалковые клетки R1 и R2** усилием прокатки 46000 кН каждая. Клетки оборудованы автоматизированными системами регулирования толщины проката HAGC (hydraulic automatic gauge control), гидравлические цилиндры которых установлены в верхней части окон станин и снабжены датчиками давления и перемещения. Такая автоматизированная система обеспечивает быстрое позиционирование валков и возможность динамического контроля зазора между ними. Регулирование верхнего опорного валка осуществляется с помощью траверсы, расположенной в верхней части станины рабочей клетки и соединенной с двумя гидроцилиндрами, а регулирование верхнего рабочего валка происходит с помощью гидравлического механизма, цилиндры которого закреплены на болтах в окне станины.

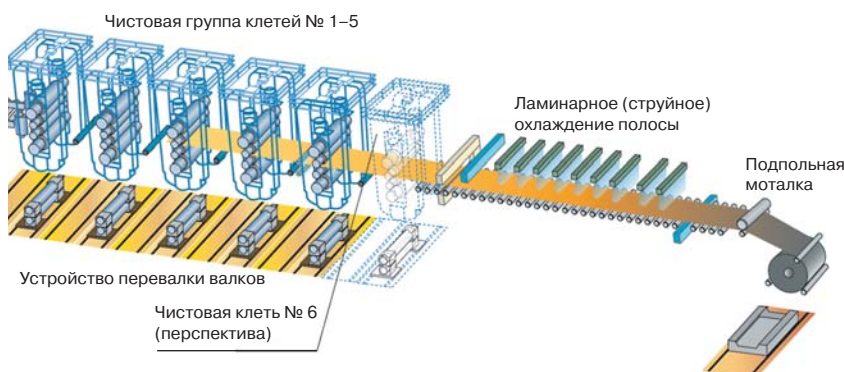
Каждая черновая клетка имеет индивидуальный привод от электродвигателя переменного тока мощностью 9000 кВт, соединенного с валками через зубчатый шпиндель, редуктор и

шестеренную клетку. Черновая группа клеток оборудована системой быстрой перевалки валков, в состав которой входят два длинноходовых гидравлических цилиндра (по одному на каждую клетку), с помощью которых извлекают из станины блок валков и вдвигают сменный блок, а также платформа с гидравлическим подъемником.

Непосредственно за черновой группой клеток расположен участок промежуточного **ламинарного охлаждения** прокатываемой полосы, на котором решаются задачи контроля температуры и оптимального ее распределения по сечению металла, что особенно важно для специальных марок стали. На участке размещены боковые панели струйного водяного охлаждения. Каждый коллектор оборудован группой пропорциональных клапанов и расходомером для контроля и регулирования подачи воды. Кроме того, верхние коллекторы могут перемещаться по высоте посредством гидравлических цилиндров; это позволяет предотвратить их повреждение при авариях и облегчает ремонт рольгангов, расположенных под коллекторами.

Для выравнивания температуры по сечению металла перед его подачей в чистовую группу клеток в линии стана над рольгангом установлено несколько отдельных нагревательных секций, оборудованных горелками. Крышка каждой секции выполнена подъемной (с помощью гидроцилиндров) на случай возникновения аварийной ситуации. Кроме того, на этом участке имеются толкатели для быстрого удаления проката из линии стана при возникновении такой необходимости.

Перед чистовой группой клеток расположены барабанные **летучие ножницы** для отрезки переднего и заднего концов раската с целью обеспечения точной задачи металла в валки. Ножницы рассчитаны на резку промежуточных полос толщиной до 45 мм со скоростью до 1,2 м/с. Ножницы кассетного типа закреплены на опорной раме с помощью гидроцилиндров. Благодаря такому креплению кассету с барабаном и ножами можно легко снять с опорной рамы и заменить запасной, что сокращает время ремонтных простоев рабочей линии. На барабане установлены четыре ножа, два прямых для отрезки заднего конца раската и два фасонных для



придания оптимальной формы переднему концу. Привод ножиц осуществляется от двух электродвигателей переменного тока.

Перед чистовой группой клетей расположен третий окалиноломатель, гарантирующий высокое качество поверхности металла. Технические характеристики этой машины такие же, как у окалиноломателя № 2. Наличие в технологической линии трех устройств для удаления окалина обеспечивает отличное качество поверхности полосы для всего сортамента продукции.

На входе в чистовую клеть F1 установлена **вторая клеть с вертикальными валками**, предназначенная для оптимизации и регулирования ширины подката, поступающего в чистовую

группу. Рабочие валки имеют определенную конусность, что позволяет получать оптимальную форму боковых кромок для широкого диапазона толщины полосы.

Важнейшим участком стана горячей прокатки является **шестиклетевая четырехвалковая чистовая группа**, обеспечивающая получение высококачественной полосы из широкого сортамента марок стали, включая высокопрочные низколегированные стали и трубные стали для арктического применения, подобные стали X70. Наряду с этим на стане имеется возможность прокатывать тонкие полосы минимальной толщиной 1 мм. В состав стана входят клетки двух типоразмеров: клетки F1–F4, рассчитанные на макси-

мальное усилие прокатки 42000 кН, и клетки F5–F6, позволяющие развивать усилие прокатки до 32000 кН.

На всех клетях реализованы современные технические решения. Гидравлические цилиндры нажимных устройств, управляемые автоматизированной системой регулирования толщины полосы, обеспечивают динамическое регулирование величины межвалкового зазора. Устройство Mae-West для изгиба валков с блоками гидравлических цилиндров позволяют осуществлять положительный и отрицательный изгиб для регулирования прогиба рабочих валков. Выпуклость бочки рабочих валков можно изменять и с помощью системы термического регулирования Roll Thermal Crown System (RTC), состоящей из блоков регулируемых коллекторов, посредством которых можно регулировать интенсивность охлаждения валков и, соответственно, выпуклость их бочек. Гидравлический механизм подъема рабочих валков может перемещать их по высоте на 300 мм и допускает для определенных маршрутов свободную прокатку (без обжата) в некоторых клетях.

В соответствии с технической характеристикой, клетки оборудованы дополнительными устройствами и системами, например, устройствами для подачи смазки в зону захвата металла валками, или пылеулавливающими коллекторами, обеспечивающими получение полосы наивысшего качества при любых условиях прокатки. Валки в каждой клетке имеют индивидуальный привод от электродвигателя переменного тока мощностью 7000 кВт. В систему привода входят также редукторы, шестеренные клетки и шпиндели с зубчатыми муфтами. Чистовая группа клетей оснащена устройством для быстрой перевалки рабочих валков (менее чем за 30 мин), благодаря чему до минимума сокращается продолжительность простоев стана. Извлечение блока валков из станины и установка нового выполняются с помощью длинноходовых гидроцилиндров и подъемной платформы с гидроприводом.

Между чистовой группой клетей и подпольной моталкой расположен участок **струйного охлаждения** полосы (рис. 3). На участке в основной зоне охлаждения размещены

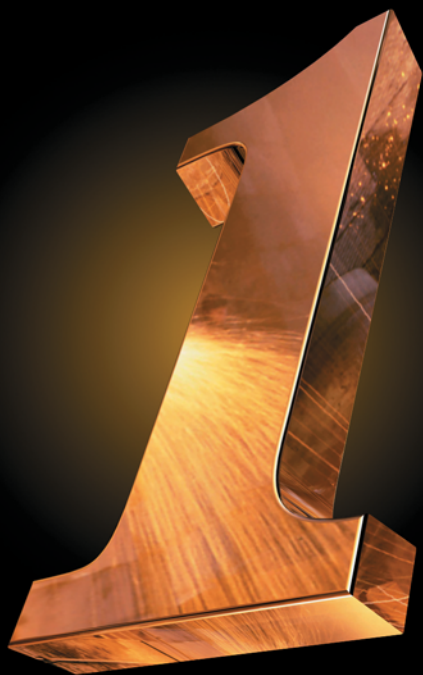


Рис. 2. Машина непрерывного литья тонких слябов фирмы Danieli, позволяющая разливать сталь марки API X70 для арктического применения



Рис. 3. Участок струйного охлаждения полосы на выходе из чистовой группы клетей стана

Обратите внимание на номер...



Немало ведущих производителей стали во всем мире доверяют оборудованию, спроектированному и изготовленному на базе «ноу-хау» экспертов фирмы INTECO в области вторичной металлургии.

Наша программа поставок включает:

- Установки печь-ковш
- Установки VD/VOD
- Установки RH дегазации
- Полуавтоматические агрегаты для литья слитков
- Машины непрерывного литья
- Вспомогательное оборудование (например, аварийный манипулятор сводовой фурмы, манипулятор T&S, машина для подачи проволоки)
- Комплектные сталеплавильные установки специального назначения
- Техническая поддержка и передача «ноу-хау»
- Автоматические системы высшего уровня

Если у Вас возникнут дополнительные вопросы или потребуется иная информация, обращайтесь к нам без колебаний!



special melting **INTECO** technologies

INTECO special melting technologies GesmbH

Wienerstrasse 25 • 8600 Bruck a. d. Mur • Austria • Europe • Telefon: +43 (0) 3862/53 110-0 • Fax: +43 (0) 3862/53 8 44 • www.inteco.at



Рис. 4. Подпольная моталка

20 коллекторов (верхних и нижних) и еще три коллектора в выравнивающей зоне. Конструкция коллекторов позволяет реализовать непрерывное охлаждение с ламинарным способом подачи воды, что наилучшим образом обеспечивает равномерное охлаждение полосы. Все коллекторы оборудованы пропорциональными клапанами и расходомерами, позволяющими устанавливать оптимальный режим охлаждения для каждой конкретной полосы. Все верхние коллекторы выполнены подъемными (с помощью гидравлических цилиндров) на случай возникновения аварийной ситуации.

Подпольная моталка оборудована тремя формирующими роликами с гидроприводами их перемещения (рис. 4). Конструкция моталки со съемной оправкой и гидравлическим сервоприводом механизма вращения — наиболее современная и подходящая для смотки в рулоны полос из высокопрочных сталей категории API. Оправка имеет привод от электродвигателя переменного тока мощностью 700 кВт, а формирующие ролики — индивидуальный привод от электродвигателей мощностью 115 кВт каждый и устройство для их быстрого разведения. Проектом предусмотрена возможность установки в будущем второй подпольной моталки.

После снятия с моталки рулоны по транспортеру с шагающими балками перемещаются к подъемно-поворотной платформе, которая подает их на уровень пола цеха. Далее рулоны поступают для проверки на участок контроля или с помощью второго транспортера

с шагающими балками подаются на склад. Второй транспортер оборудован машинами для обвязки рулонов в радиальном направлении и по периметру, а также маркировочным устройством. Готовые рулоны передаются мостовым краном на склад готовой продукции.

Отделение Danieli Automation разработало полный **пакет программ автоматизации** прокатного стана, включая уровень 3. Точные и гибкие математические модели обеспечивают надежное прогнозирование параметров прокатки для оптимальной настройки стана, гарантирующей получение продукции наивысшего качества, воспроизводимости результатов и минимальную вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором. Более того, модели уровня 2 относятся к категории самонастраивающихся и, обмениваясь информацией с моделями уровня 1, корректируют параметры настройки стана в режиме реального времени в случае их отклонений от заданного уровня. Простой для пользователя интерфейс позволяет оператору при необходимости быстро вмешаться в процесс настройки параметров. Система быстрого анализа данных и весьма детализированные сведения о ходе производственного процесса, поступающие на монитор, позволяют тщательно отслеживать ход процесса производства и показатели качества продукции и оптимальным образом осуществлять оперативное планирование и организацию работы литейно-прокатного комплекса.



Рис. 5. Лазерная оптическая система для измерения кромок горячих непрерывнолитых слябов

Усовершенствованная технология непрерывного литья

При конструировании машины непрерывного литья (МНЛЗ) особое внимание уделяли таким вопросам, как выбор толщины сляба, стратегия мягкого динамического обжатия, система вторичного охлаждения. Решения этих вопросов должны были учитывать особенности принятого сортамента. В конструкции МНЛЗ использованы все технологические разработки фирмы Danieli, обеспечивающие литье с высокими скоростями марок стали, пользующихся наибольшим спросом.

Основные металлургические проблемы, которые должна решать новая МНЛЗ, можно обобщить следующим образом:

- получение высокого качества поверхности непрерывнолитого сляба, так как стали по стандартам API склонны к образованию трещин;
- при литье тонких слябов не производят зачистку поверхности, что требует исключения образования трещин или вмятин на поверхности слябов;
- на поверхности сляба должны отсутствовать отпечатки от вибрации кристаллизатора;
- качество металла внутри сляба должно быть наивысшим;
- размер зерен должен быть минимальным для получения требуемой вязкости;
- осевая сегрегация должна быть минимальной.

Предложенный и запатентованный фирмой Danieli кристаллизатор Н2



ковочный манипулятор GSM
грузоподъемностью до 250 т

GLAMA

... ВЗГЛЯД НА ТОЧНОСТЬ
И МОЩНОСТЬ



GLAMA Maschinenbau GmbH

Hornstraße 19 D- 45964 Gladbeck / Germany

Fon + 49 (0) 2043 9738 0

Fax + 49 (0) 2043 9738 50

eMail: info@glama.de Web: www.glama.de

и технология с мягким динамическим обжатием оптимальным образом решают все перечисленные задачи.

Кристаллизатор Н2. Сечение кристаллизатора Н2 на уровне мениска значительно больше, чем у кристаллизаторов других конструкций, что гарантирует высокую стабильность мениска и оптимальную гидродинамику жидкого металла. В результате удается избежать образования поперечных и продольных трещин. Кроме того, увеличивается расстояние между погружным сталеразливочным стаканом и медными пластинами кристаллизатора. Благодаря этому сводится к минимуму опасность возникновения продольных осевых трещин. Смазка кристаллизатора также является одним из ключевых факторов гарантирования качества слябов.

Широкая поверхность металла на уровне мениска, которая может быть получена в кристаллизаторах типа Н2, позволяет использовать флюсы с высокой основностью (так как они имеют низкую температуру плавления, их трудно расплавить). Это позволяет уменьшить теплопередачу до уровня ниже 2500 кВт/м². При таких показателях теплопередачи возможна разливка микролегированных и перитектических сталей без растрескивания.

Динамическое мягкое обжатие. Мягкое обжатие — единственный возможный способ уменьшения сегрегации в слябах. Для того, чтобы этот способ был эффективным при всех режимах непрерывного литья, необходимо оптимизировать основные параметры процесса (расположение очага деформации, степень и скорость деформации) и адаптировать их к переменным условиям литья. Вследствие всех этих причин необходим динамический контроль процесса.

Процесс динамического мягкого обжатия Danieli, основанный на использовании системы контроля ванны жидкого металла, позволяет оптимизировать качество внутренней зоны непрерывнолитого сляба во всем диапазоне возможных скоростей разливки. Используя математическую модель для контроля и регулирования процессов, происходящих в ванне жидкого металла, всегда можно проводить мягкое обжатие в подходящей позиции относительно жидкой ванны, т. е. в такой позиции по длине ручья, которая

соответствует оптимальному соотношению жидкой и твердой фаз. Только таким образом можно эффективно контролировать сегрегацию и осевую пористость. При преждевременном мягком обжатии показатели сегрегации не улучшатся, а при позднем — в слябе могут образоваться внутренние трещины.

Динамическое мягкое обжатие благоприятно влияет на микроструктуру сляба, а следовательно, и на микроструктуру готовой полосы. Последняя характеристика является одним из важных условий получения требуемой вязкости и других механических свойств готовой продукции. Динамическое мягкое обжатие приводит также к некоторому уменьшению размеров зерен в микроструктуре сляба, наряду с заметным улучшением показателей осевой сегрегации.

Выбор толщины сляба. МНЛЗ спроектирована в расчете на получение слябов толщиной от 90 до 70 мм, при исходной толщине сляба на выходе из кристаллизатора 110 мм (или 90 мм). Так как около 30 % марочного сортамента машины составляют перитектические стали, то была выбрана толщина сляба 90 мм на выходе из кристаллизатора, которая является оптимальной для разливки таких марок стали.

Толщину сляба выбирают в зависимости от марки стали и оптимального маршрута прокатки. Хотя в проекте МНЛЗ предусмотрена скорость разливки до 6 м/мин, выбранная окончательная толщина сляба, равная 90 мм, позволяет на вертикальной МНЛЗ с изгибом фирмы Danieli достигать проектной производительности 1,2 млн. т/год без применения предельной скорости разливки. В результате достигается положительный эффект, так как при низкой скорости разливки уменьшается риск образования поверхностных трещин и вмятин, недопустимых для сталей по стандартам API и перитектических марок. При невысоких скоростях разливки становится возможным также поддерживать условия теплопередачи в кристаллизаторе на уровне ниже критических значений.

На поверхности слябов всех марок стали категории API не должно быть отпечатков от вибрации кристаллизатора, так как даже небольшие дефекты могут инициировать растрескивание

при низких температурах и в атмосфере водорода. В традиционном технологическом процессе отпечатки от вибрации кристаллизатора устраняются при последующей прокатке. При толщине сляба 90 мм можно избежать таких отпечатков даже при прокатке самых толстых полос сортамента, так как на этом стане возможна достаточно высокая степень деформации. Более того, гидравлический механизм качания кристаллизатора позволяет с максимальной тщательностью контролировать процесс качания и сводить к минимуму вибрационные отпечатки «в месте их возникновения».

Сегрегация и осевая пористость должны быть полностью исключены. Любая полость или дефект в осевой зоне может привести к возникновению трещины. В результате снижается вязкость при низких температурах и в водородной атмосфере. Применение динамического мягкого обжатия позволяет уменьшить показатели сегрегации и пористости при любых условиях разливки. Возможная остаточная пористость может быть легко устранена благодаря применению больших степеней деформации при последующей прокатке непрерывнолитых слябов.

Технологические характеристики литейно-прокатного агрегата

Все оборудование литейно-прокатного агрегата разработано в расчете на достижение заданного годового объема производства для всего марочного сортамента стали. Состав оборудования и планировка выбраны с учетом возможности реализации важных преимуществ в области качества продукции и производительности, характерных для мини-заводов нового поколения.

При толщине поступающего на прокатку сляба, равной 90 мм, решение о применении черновой группы из двух клетей было принято исходя из следующих соображений:

- достижение заданного уровня производительности;
- гарантирование достаточной степени деформации от сляба до промежуточной полосы для получения мелкозернистой микроструктуры;
- подача в чистовую группу клетей полосы требуемой толщины.

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

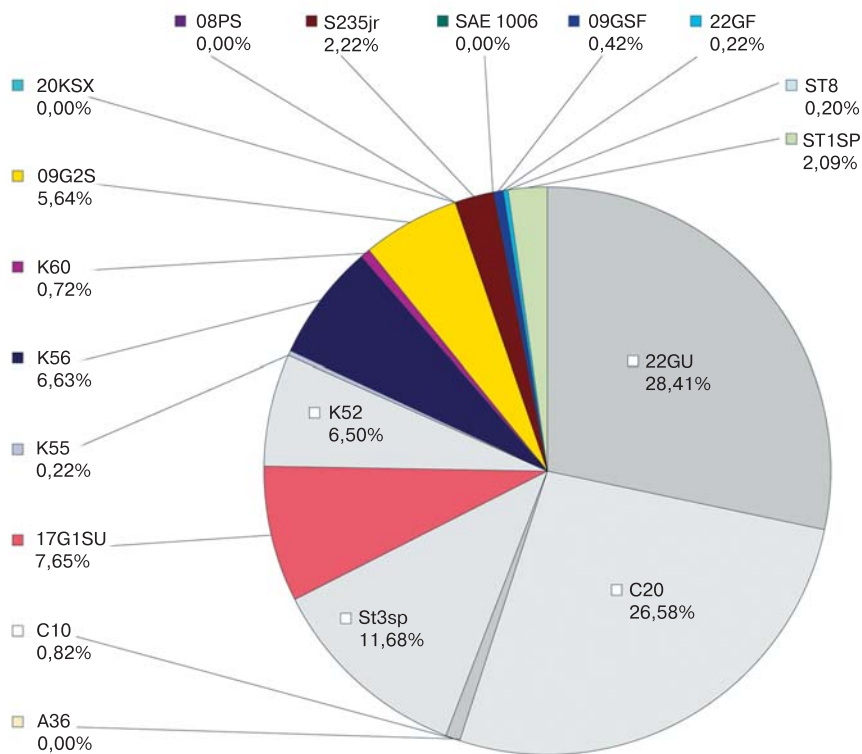


Рис. 6. Распределение продукции литейно-прокатного комплекса по маркам стали в январе—феврале 2010 г.



Рис. 7. Температурный профиль прокатки стали K60

Устройство для охлаждения полосы с пирометрами установлено между черновыми клетями R1 и R2 с целью обеспечения требуемой температуры прокатки в черновой группе. Мощная клеть с вертикальными валками гарантирует получение требуемой ширины готовой полосы; в то же время дополнительная деформация кромок повышает их качество (рис. 5). Окалинотоматель высокого давления очи-

щает поверхность сляба от окалины перед прокаткой и предотвращает образование дефектов типа «закаты» и «отпечатки» при прокатке с большими обжатиями в черновых клетях.

Между черновой и чистовой группами клетей размещены еще два вспомогательных устройства. Система промежуточного охлаждения предназначена для понижения температуры подката перед началом прокатки в

чистой группе клетей и применяется для сталей категории API (особенно сталей класса X70 для использования в арктических условиях). Участок прогрева, оборудованный горелками, отапливаемыми природным газом, позволяет равномерно распределять температуру по всему поперечному сечению раската между двумя группами клетей, а также минимизирует разность температур между передним и задним концами на входе в чистовую группу.

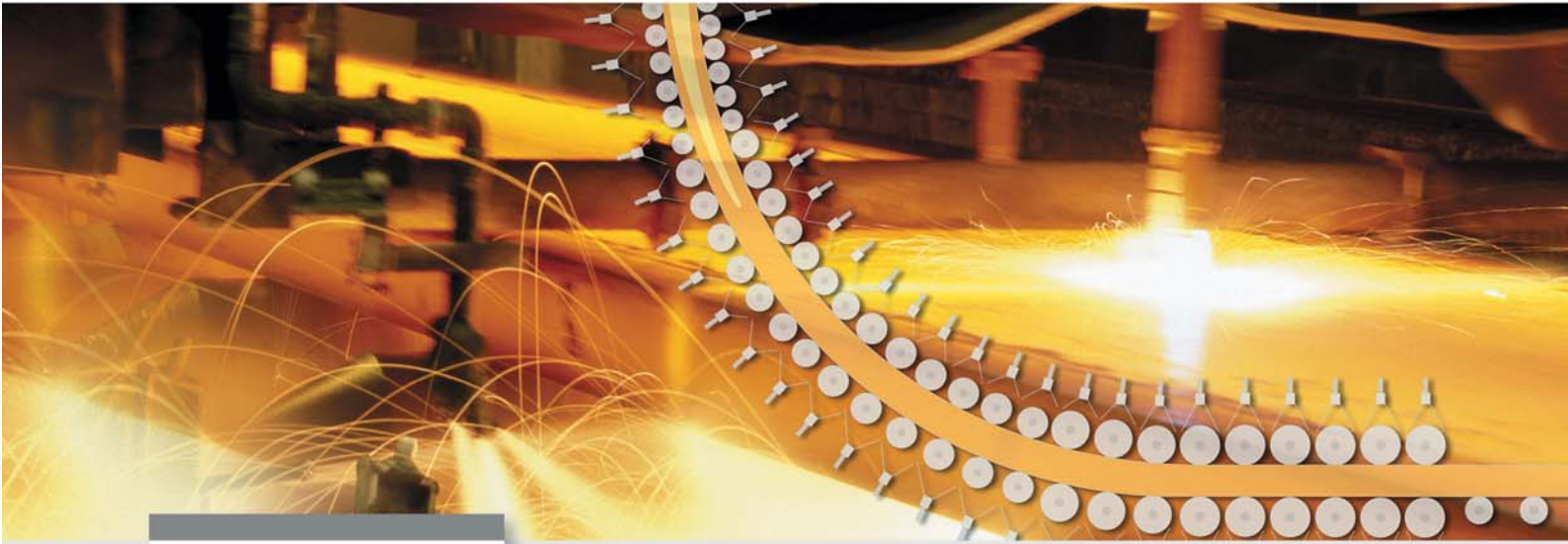
Промежуточное охлаждение на выходной стороне черновой клети особенно важно для марок стали, предназначенных для арктического применения, технология прокатки которых предусматривает температуру начала прокатки в чистой группе в пределах 830–860 °C. Участок промежуточного охлаждения располагается вблизи выхода из черновой клети R2 и позволяет осуществить оптимальный режим охлаждения промежуточной полосы.

Устройство промежуточного охлаждения длиной около 18 м представляет собой систему струйного охлаждения, параметры которой соответствуют скоростным условиям прокатки в черновой клети R2 и обеспечивают максимальную интенсивность отвода тепла с поверхности горячего металла. При этом исключается образование закаленных участков на поверхности проката и возникновение чрезмерных термических напряжений: для стали класса X70 арктического применения требуется обеспечить максимальную охлаждающую способность 8–10 °C/с при средней скорости движения металла 1–1,5 м/с. Пирометр на выходе из участка промежуточного охлаждения контролирует фактическую температуру металла и передает по каналам обратной связи сигналы на оптимальное регулирование системы охлаждения.

Секция роллганга длиной 100 м с обогревом, расположенная за участком промежуточного охлаждения, предназначена для выравнивания температуры и ее корректирования в заданных пределах при прокатке всех марок стали, входящих в сортament. Таким образом, в охлажденной полосе при перемещении от черновой группы клетей к чистой через секцию прогрева происходит выравнивание



FAG



CoCaB

(Continuous Caster Bearing)
Программа подшипников INA/FAG
для МНЛЗ



CoCaB – подходящий подшипник

Несмотря на неблагоприятные рабочие условия, металлургическое и прокатное оборудование должно функционировать эффективно и надежно. В серии CoCaB мы предлагаем Вам программу подшипников, отлично соответствующую требованиям для использования в МНЛЗ. К ней относятся различные роликоподшипники INA-/FAG и игольчатые подшипники, а также специальные подшипниковые корпуса с водяным охлаждением.

Несомненно, «гвоздь программы» CoCaB – новый цилиндрический роликоподшипник FAG – представляет собой идеальное подшипниковое решение:

- высокая радиальная грузоподъемность,
- свободное осевое перемещение,
- компенсация угловых перекосов,
- простой и быстрый монтаж.

Заинтересовались? Свяжитесь с нами!

info.ru@schaeffler.com

www.schaeffler.com



SCHAEFFLER GROUP
INDUSTRIAL



Рис. 8. Литейно-прокатный комплекс на Выксунском металлургическом заводе ОМК

температуры по толщине и длине. Удаленность чистовой группы клетей от черновой обеспечивает агрегату дополнительную производственную гибкость, так как в этих двух группах клетей не происходит прокатка одной полосы одновременно. Благодаря этому можно повысить скорость прокатки в черновой группе, не используя систему гидростатической смазки в подшипниках жидкостного трения. Повышение скорости прокатки в черновых клетях предотвращает локальный перегрев рабочих валков и уменьшает их износ. В случае нарушения процесса прокатки в чистовой группе промежуточная полоса может быть удалена из линии агрегата без необходимости остановки процесса непрерывного литья. Ножницы для обрезки переднего и заднего концов гарантируют правильную форму подката, входящего в чистовую группу клетей, и облегчают его заправку в прокатный стан; риск искажения формы полосы, что особенно важно при прокатке тонких полос, сводится к минимуму.

Третий окислитель высокого давления предназначен для полной очистки промежуточной полосы от окислы; он удаляет всю оставшуюся окислы и гарантирует наивысшее ка-

чество поверхности готовой полосы. Шесть клетей чистовой группы, развивающие достаточное усилие прокатки и вращающий момент в приводном механизме, обладают максимальной производственной гибкостью и обеспечивают получение готовой продукции требуемого качества при заданном годовом объеме производства. Система межклетевого охлаждения позволяет поддерживать требуемую температуру полосы в чистовой группе. Блок пирометров на входной и выходной сторонах чистовой группы контролирует температуру входящей и выходящей полосы, корректирует и оптимизирует работу системы межклетевого охлаждения и устройства струйного охлаждения полосы на отводящем рольганге.

Установленное в чистовой группе клетей оборудование полностью решает задачи регулирования профиля и плоскостности полосы, а также обеспечивает возможность свободного варьирования маршрутов прокатки. Таким образом, принятое конструктивное и технологическое решение позволяет достигнуть наивысшей производительности без дополнительного корректирования настройки прокатного стана и проведения каких-

либо дополнительных работ по ремонту и техническому обслуживанию, используя все возможности для повышения размерной точности прокатанной полосы (табл. 1).

Установленная на отводящем рольганге система струйного охлаждения состоит из 20 магистральных коллекторов, создающих водяные завесы, и трех коллекторов для тонкого регулирования температуры полосы, сматываемой в рулон. С помощью системы струйного охлаждения температура полосы снижается до требуемого диапазона, обусловленного заданными металлургическими и механическими свойствами, а также возможностью ее сматывания в рулоны. Конструктивное решение отводящего рольганга, предусматривающее возможность заправки концов тонких полос в моталку, обеспечивает наиболее равномерное охлаждение полосы в регулируемом режиме. Участок струйного охлаждения позволяет получать требуемые характеристики продукции по всему сортаменту и подавать полосу в моталку при заданной температуре.

Ввод агрегата в эксплуатацию и первые производственные результаты

Первый рулон на Выксунском металлургическом заводе был торжественно прокатан 4 октября 2008 г. После этого инженерные коллективы группы ОМК и фирмы Danieli приняли немало совместных усилий по доводке агрегата с целью достижения высокой производительности и отличного качества продукции. Первоначально в центре внимания находилось производство полосы из наиболее распространенных марок стали, составляющих основу производственной программы группы ОМК, например, высокопрочной низколегированной трубной стали GU22, которая вместе со среднеуглеродистыми сталями марок ST20 и St3 составляла, соответственно, 38 и 40 % от общего объема производства в 2009 г. Примерно через год после ввода в эксплуатацию месячный объем производства достиг 70 тыс. т, а сортамент включал более 20 марок трубных сталей (в декабре 2009 г.); согласно плану на март 2010 г., объем производства составил уже 82 тыс. т/мес.

Регулирование толщины полосы	Длинноходовые гидравлические нажимные устройства для автоматического регулирования толщины во всех клетях
Регулирование выпуклости и плоскостности полосы	Изгиб рабочих валков во всех клетях (положительный и отрицательный)
Система подачи смазки в очаг деформации	Подача смазки в зазор между валками в клетях F1, F2 и F3, снижение коэффициента трения и, как результат, уменьшение давления металла на валки и ограничение износа валков
Контроль износа рабочих валков	Осевое перемещение рабочих валков во всех клетях
Контроль температурного расширения рабочих валков	Система контроля теплового расширения (RTC) в клетях F1–F4 и избирательное охлаждение в клетях F5 и F6

Таблица 1. Факторы, влияющие на размерную точность готового проката



Siempelkamp

Maschinen- und Anlagenbau

Надежные, прочные и точные Трубоформовочные прессы фирмы Siempelkamp

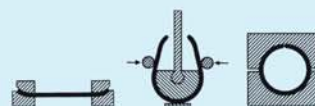


Baosteel, China

Преимущества трубоформовочных прессов фирмы Siempelkamp в первом приближении:

- Гибка — U формовка — O формовка с усилием до 720 МН
- Автоматический контроль параллельности независимо от длины трубы
- Интегрированные транспортирующие системы
- Очень высокая точность формовки
- Формовка инновационных материалов
- Технология с подтвержденным обслуживанием от изготовителя

Полная программа работы трубоформовочных прессов:



www.siempelkamp.com

Siempelkamp Maschinen- und Anlagenbau
 Archangelsky per., dom 1
 101990 Moscow, Russia
 Tel.: +7 495/660 34 87
 Fax: +7 495/660 34 79
 E-mail: tatjana.henske@siempelkamp.com

Программа формовки металла фирмы Siempelkamp



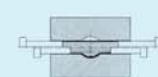
Ковка



Формовка толстого листа



Формовка листового металла



Гидроформовка



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

€ 175.00

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 · 40042 Düsseldorf · Germany · Fon: +49 211 6707-561 · Fax: +49 211 6707-547

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

Класс стали	Марки стали
Высокопрочные низколегированные среднеуглеродистые	20KXSX, 22GU, 22GU-1, 22GU-2, 22GU-E, 22GF
Среднеуглеродистые	ST20, St3sp, S235JR-3, A36, S235JR-1
Высокопрочные низколегированные низкоуглеродистые	K52, K56, K60, 09G2S, 09GSF, 17G1SU
Перитектические	St10, St2PS, 13G1SU
Низкоуглеродистые	St08PS, S235JR-2, SAE1006, St1SP

Таблица 2. Марки стали, освоенные на предприятиях ОМК

В 2009 г. более 80 % общего объема производства составил прокат из среднеуглеродистых марок стали. Среднеуглеродистая высокомарганцовистая сталь марки GU22 является основной маркой, из которой группа ОМК производит полосу на Выксунском металлургическом заводе. Сортамент полос по толщине был определен в соответствии с потребностями трубосварочного стана, для которого требуются преимущественно более толстые полосы (в среднем 6,7 мм).

Кроме указанных основных видов продукции, в 2009 г. были освоены и новые марки стали, доля которых существенно возросла в первые два месяца 2010 г. В частности, со второй половины 2009 г. было начато успешное производство полосовой заготовки для труб большого диаметра из сталей K52, K56, K60, 17G1SU, 09G2S, 09GSF. Эти марки стали становятся все более востребованными, и доля их продолжит возрастать в ближайшем будущем. Фактически суммарное производство полосы из этих

марок стали уже превысило 27 % общего объема производства (рис. 6). Марки стали, освоенные на литейно-прокатном агрегате группы ОМК, приведены в табл. 2, а температурный профиль обработки стали марки K60 — на рис. 7. Пример наглядно свидетельствует о возможности системы промежуточного охлаждения осуществлять процесс термомеханической обработки, используя независимое регулирование температуры в черновых и чистовых клетях для получения заданных механических свойств готового проката. В декабре 2009 г. выпуск продукции высшего качества стабильно установился на уровне 97 %, а затем все более длительное время этот показатель поднимался до 100 %. Практически вся продукция литейно-прокатного агрегата поступает на трубосварочный агрегат, как и было предусмотрено в проекте.

Наряду с производством более толстых полос освоена также прокатка тонких полос из среднеуглеродистых и низкоуглеродистых марок стали. Из низко-

углеродистых сталей успешно прокатывают полосы толщиной 1 мм, а из среднеуглеродистых сталей — толщиной 1,2 мм; в обоих случаях прокатку ведут из непрерывнолитых слябов толщиной 90 мм. Эти достижения позволили считать освоенным весь проектный сортамент стана горячей прокатки как по максимальной ширине полосы, так и по минимальной толщине.

Выводы

Литейно-прокатный комплекс Выксунского металлургического завода (рис. 8) уверенно превысил проектный уровень производительности, равный 80 тыс. т/мес. Большинство освоенных марок стали используют для получения трубных заготовок, в том числе марки K52, K56 и K60 для арктического применения, для которых и был предназначен комплекс. Кроме того, производят перитектические стали с заданными механическими свойствами (St 10). Концепция непрерывного литья тонких слябов, реализованная с конкретными технологическими особенностями, подтвердила, что все углеродистые марки стали можно обрабатывать по такой технологии. По сравнению с традиционной технологией прокатки толстых слябов новая технология обладает многочисленными преимуществами, касающимися как капитальных затрат, так и расходов по переделу, и эксплуатационных расходов. ■

RRI Rhein Ruhr International GmbH



Больше, чем стандарт

Мы предлагаем широкий спектр консультационных и инженерных услуг. Для наших клиентов в черной металлургии сервис охватывает инфраструктуру и производственные мощности в следующих областях:

- Производство чугуна
- Производство стали
- Прокатное производство
- Нанесение покрытий
- Чистовая обработка
- Соседнее устройство

Мы обеспечиваем наших клиентов экономичными решениями и техническими "ноу-хау" на основе многолетнего международного опыта.

Диапазон наших услуг включает консультирование по инвестициям, разработку концепций, проектирование, управление проектами, авторский надзор за монтажом, в том числе менеджмент качества и оптимизацию стоимости.



E-Mail: contact@rri-do.de
www.rri-international.de

Тел.: +49-(0)231-5482-0
 Факс: +49-(0)231-575556

Freistuhl 3 · D-44137 Dortmund
 P.O. Box 103332 · D-44033 Dortmund

RRI Rhein Ruhr International GmbH
 Ingenieurgesellschaft