

# Последние достижения в технологии литья толстых слябов

За последние несколько лет были разработаны разнообразные инновационные решения в области непрерывного литья слябов. Например, была запатентована концепция кристаллизатора INMO (созданного в тесном сотрудничестве с фирмой Posco) и сегмент OPTIMUM, специально предназначенный для процесса мягкого обжатия. В данной статье описаны современные технологии и результаты их применения на нескольких крупных комплексах непрерывного литья слябов, включая заводы Handan, Benxi и Caofedian в Китае.

В последние годы фирма Danieli Davy Distington заняла ведущие позиции глобального поставщика оборудования для непрерывного литья как тонких, так и толстых слябов. С учетом заказов, выполняемых в настоящее время, в ближайшие два года в мире будут введены в действие производственные мощности по выплавке 25 млн. т/год стали, оборудованные новыми машинами непрерывного литья слябов фирмы Danieli. Большая часть МНЛЗ будет установлена на крупнейших металлургических заводах, поставляющих продукцию для наиболее широкого рынка — автомобилестроения. Благодаря последним заказам большая часть плоского проката для автомобильной промышленности в Европе будет производиться с использованием МНЛЗ фирмы Danieli Davy Distington на заводах Arcelor Dunkerque, Arcelor Sidmar, Arcelor Fos-sur-Mer и ThyssenKrupp Steel Beeckerwerth.

В числе других престижных заказов, которые фирма Danieli выполняет в настоящее время, следует отметить заказы на комплексы непрерывного литья для ряда крупнейших мировых производителей стали.

- Проект завода Caofedian фирмы Shougang Jingtang Iron & Steel United Co. Ltd. — крупнейший проект, реализуемый в черной металлургии Китая. Он предусматривает установку трех двухручьевых слябовых МНЛЗ общей производительностью 9,3 млн. т/год. Завод находится в настоящее время в стадии ввода в эксплуатацию.
- Новый комплекс непрерывного литья слябов на заводе Handan фирмы Handan Iron & Steel Group Co. Ltd., Китай, включает две двухручьевые МНЛЗ для литья толстых слябов производительностью 5,2 млн. т/год (рис. 1). Первая из этих МНЛЗ введена в

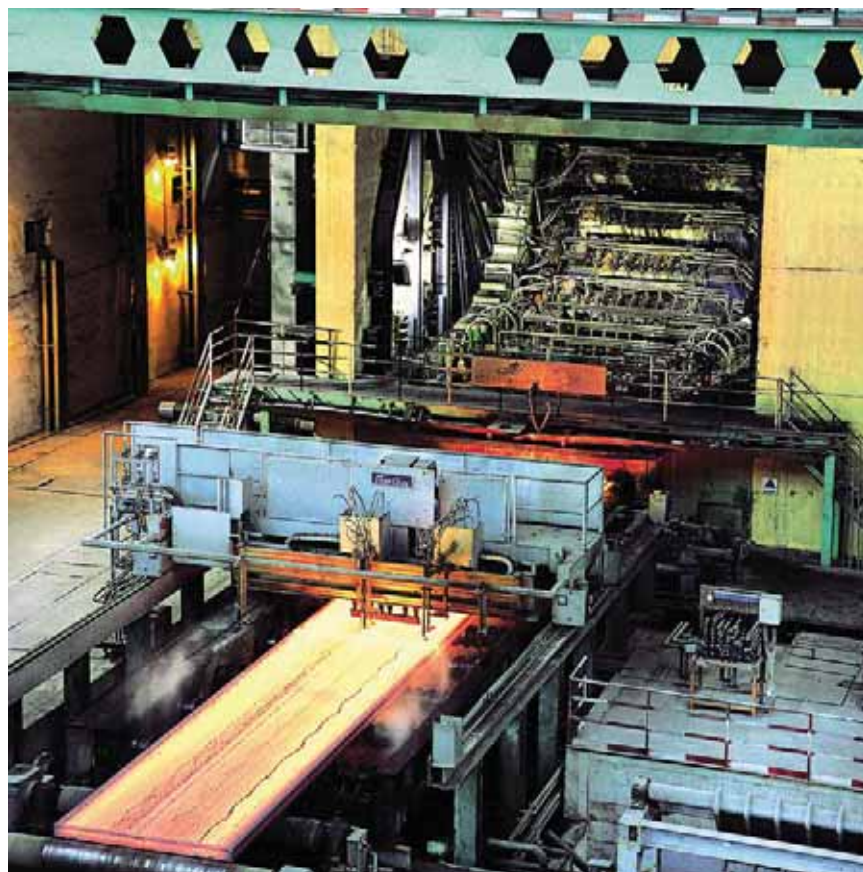
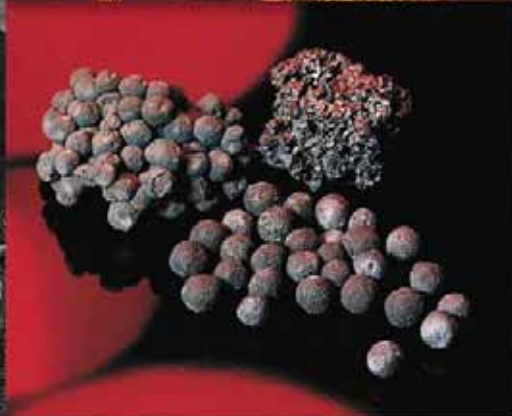


Рис. 2. Машина непрерывного литья самых широких слябов в мире на заводе фирмы Shaoguan Sonsang Guandong, Китай

Карло П. Пьемонте, вице-президент-распорядитель, фирма **Danieli Davy Distington**, Буттрио, Италия

Контакт: [www.danieli.com](http://www.danieli.com)  
E-mail: [info@danieli.com](mailto:info@danieli.com)



# Технологии для современной металлургии – Интенсивные смесители фирмы АЙРИХ. Оборудование, ноу-хау и сервис из одних рук



Новое оборудование



Так, например, было приготовлено 10 млн.т железной руды без существенного износа оборудования

## Берите на вооружение опыт партнёра

- Обогащение металлосодержащих руд
- Смешивание агломерационных материалов
- Особые технологии

- Рециклинг зол и шламов
  - с целью сокращения отходов (снижение расходов на складирование)
  - воспроизводство ценных материалов
  - для сокращения эмиссии вредных веществ
  - с целью экономии энергии

ООО «Айрих Машинентехник»  
ул. Уржумская, 4, строение 2  
129343 Москва, Российская Федерация  
Телефон: (495) 7716880, факс: (495) 7716879  
E-mail: info@eirich.ru, Internet: www.eirich.ru



**EIRICH**



- эксплуатацию в конце 2008 г., вторая — в начале 2009 г.
- На заводе фирмы Benxi Iron & Steel Group Co. Ltd., Китай, с 2004 г. работает новый комплекс для литья тонких слябов производительностью 2,8 млн. т/год, включающий две одноручьевые МНЛЗ. Еще один комплекс для литья толстых слябов с двухручьевой и одноручьевой МНЛЗ традиционной конструкции общей производительностью 4,2 млн. т/год был введен в эксплуатацию в 2008 г. Таким образом, на этом заводе установлены четыре МНЛЗ фирмы Danieli, на которых разливают 7 млн. т слябов в год.
  - Проект «Сталеплавильный цех будущего» группы ArcelorMittal предусматривает полную реконструкцию производства непрерывно литых слябов на заводе в Дюнкерке, Северная Франция, путем установки трех новых двухручьевых слябовых МНЛЗ традиционной конструкции общей производительностью 7 млн. т/год. Две из этих МНЛЗ уже действуют, а ввод в эксплуатацию третьей состоится в 2009 г.

## Рекордные показатели цехов

Ряд действующих МНЛЗ достигли высоких технико-экономических показателей, иногда рекордных для металлургических фирм мира. Самые широкие в мире слябы отливают на МНЛЗ, введенной в эксплуатацию в 2005 г. на заводе фирмы Shaoguan Songang Guandong, Китай. Слябы с этой МНЛЗ (рис. 2), прокатываемые на толстолистовом стане и стане Стеккеля (с печными моталками), могут достигать ширины 3250 мм.

На двухручьевой МНЛЗ завода Edgar Thompson фирмы US Steel (США) показатель рабочего времени кристаллизатора (время нахождения металла в кристаллизаторе) достигает 96 % от общего фонда времени, рекордный показатель составил 98 %.

МНЛЗ завода Llanwern фирмы Corus (Великобритания) известна в мире наибольшей продолжительностью своей кампании, во время которой было отлито 90 км слябов. Более 1100 ковшей жидкой стали были разлиты в течение 33 суток безостановочной работы МНЛЗ.

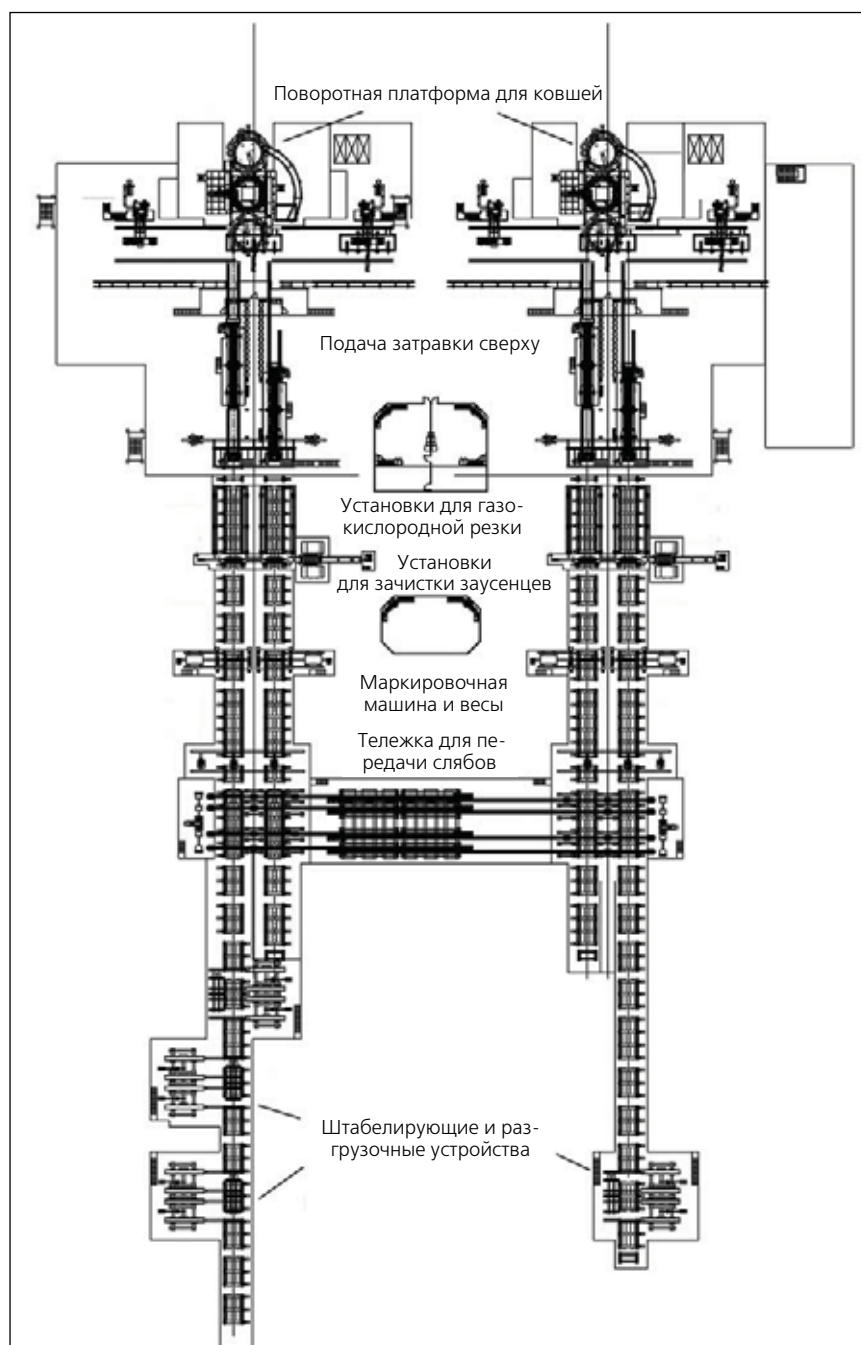


Рис. 1. Комплекс для непрерывного литья слябов на заводе группы Handan, Китай

В области разливки тонких слябов на двухручьевой МНЛЗ (рис. 3) фирмы Tangshan Iron & Steel, Китай, были достигнуты наивысшие в мире показатели производительности; начиная с 2005 г. объем производства составил более 3 млн. т/год (рис. 4).

## Долгосрочное технологическое сотрудничество

Фирма Danieli развивает долгосрочное сотрудничество с некоторыми ведущими мировыми металлургическими фирмами, которые на протя-

жении ряда лет размещают на ее предприятиях свои заказы. Например, восемь МНЛЗ были изготовлены для группы ArcelorMittal, две — для группы ThyssenKrupp Steel, пять — для группы Baosteel, три — для фирмы Posco, четыре — для фирмы Benxi, три МНЛЗ — для фирмы Shougang Jintang и т. д. Эти заказы свидетельствуют не только о качестве технологического оборудования, но и о плодотворном сотрудничестве, сложившемся с заказчиками в ходе реализации предыдущих совместных проектов. Возникшее при этом взаимное доверие подготовило почву для включения фир-

# MWE

Magdeburger  
Walzwerk Engineering  
GmbH

- Реконструкция существующих линий
- Аджюстажные участки
- Участки охлаждения проката
- Моталки для мелкого сорта
- Оборудование для удаления окалины
- Ножницы
- Рабочие клетки
- Запасные части

Проектирование оборудования  
Разработка схем калибровки  
Проработки типа бенчмаркинга  
Разработка конструкций

MWE Magdeburger Walzwerk  
Engineering GmbH  
Schilfbreite 3, D-39120 Magdeburg  
Телефон: +49 391 6074460  
Телефакс: +49 391 6074470  
e-mail: [info@mwe-gmbh.com](mailto:info@mwe-gmbh.com)  
[www.mwe-gmbh.com](http://www.mwe-gmbh.com)

Инвестиции в будущее.  
Investment in the future.



Наше современное производство для литья валков обеспечивает выпуск продукции высочайшего качества для ведущих потребителей в более чем 15 странах мира. Наш широкий размерный ассортимент гарантирует наилучшее сочетание всех индивидуальных требований заказчиков. Обладая хорошо проверенными производственными технологиями, мы можем изготовить валки, прокатные кольца, поршки и плунжеры в кратчайшие сроки.

Важными компонентами оптимизации нашего производственного процесса являются исследовательские работы, современное технологическое оборудование и "know-how" наших сотрудников.

Наша философия базируется на уверенности в правильности инвестирования в будущее.

Our modern roll foundry produces cast products of the highest quality for well known companies in more than 15 countries world wide. Our comprehensive production range ensures the best permutation of all tailor-made requirements. Balls, roll rings, pistons and plungers as well as hand mould castings for the most diverse applications are available in the shortest time due to our well proven manufacturing methods.

Research, modern production plant and the know how of our workers are important components for optimizing the manufacturing process.

Our philosophy is based on our confidence of investment in the future.



Walzengießerei Coswig GmbH  
Grenzstraße 1 | 01640 Coswig | Germany  
Fon +49 (0)3523-950 | Fax +49 3523-95205  
[wgc@walze-coswig.de](mailto:wgc@walze-coswig.de) | [www.walze-coswig.de](http://www.walze-coswig.de)

# KÜTTNER

## Технология

для производства конкурентоспособного и высококачественного чугуна и стали



### Производство чугуна

- ▶ Складские и погрузочно-разгрузочные работы
- ▶ Размол и сушка угля
- ▶ Вдувание пылеугольного топлива
- ▶ Рекуперация тепла
- ▶ Системы обеспыливания литейного двора собственной конструкции



### Производство стали

- ▶ Десульфуризация горячего металла
- ▶ Комбинированная донная продувка конвертера ТВМ
- ▶ Модель системы донной продувки конвертера ОТСМВ
- ▶ Дозировка легирующих добавок
- ▶ Кондиционирование шлаков
- ▶ Горячее брикетирование конвертерной пыли



### Утилизация следующих отходов при работе с печью OXYCUP®

- ▶ мелкой фракции окиси железа
- ▶ шлама
- ▶ настывлей и отходов металла
- ▶ лома



### Технологии по охране окружающей среды

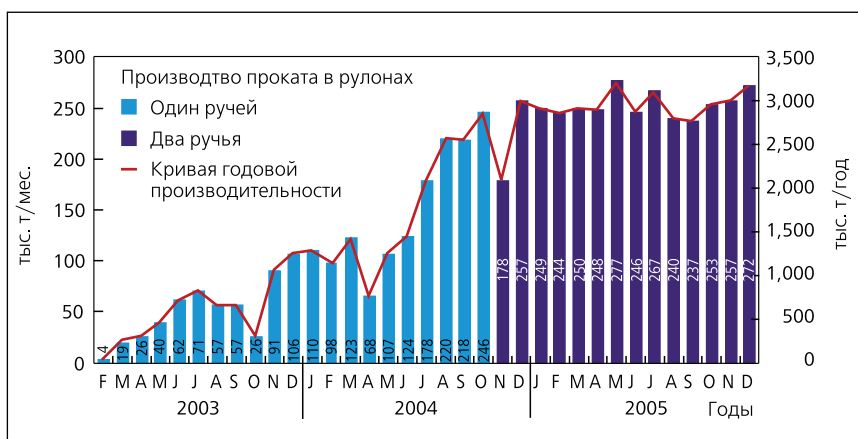
- ▶ Высокотемпературные технологии
- ▶ Технологии нагрева
- ▶ Технологии по утилизации коллоидных газов
- ▶ Очистка отходящих газов на агломерационной установке
- ▶ Автоматизация производственных процессов

Küttner GmbH & Co. KG, Essen  
☎ +49 (0)201 7293 0

[www.kuettner.de](http://www.kuettner.de)  
[info@kuettner.de](mailto:info@kuettner.de)



**Рис. 3.** Машина непрерывного литья тонких слябов на заводе фирмы Tangshan Iron & Steel, Китай



**Рис. 4.** Динамика производства тонких слябов на МНЛЗ фирмы Tangshan Iron & Steel, Китай

мы Danieli в крупные стратегические проекты, открываемые этими международными группами. Взаимоотношения с группами ArcelorMittal и Baosteel наглядно иллюстрируют это положение.

Фирма Danieli поддерживает тесные отношения долгосрочного сотрудничества с фирмами, входящими в группу ArcelorMittal. Результатом этих отношений стала поставка слябовых МНЛЗ на предприятия группы начиная с 1997 г. Заслуживает внимания тот факт, что ArcelorMittal выбрала именно технологию фирмы Danieli непрерывного литья с обрезкой кромок для применения на своих предприятиях. Технология мягкого динамического обжатия слябов впервые была применена группой ArcelorMittal на заводе в Фос-сюр-Мере, Франция, а технология разнонаправленного электромагнитного перемешивания металла в кристаллизаторе была впервые внедрена в 2006 г. на заводе в Сидмаре, Бельгия. Среди проектов других предприятий группы ArcelorMittal можно отметить:

- новую двухручьевую слябовую МНЛЗ на заводе Lianyuanc, Китай, заказанную в 2008 г.;
- полную реконструкцию трех двухручьевых слябовых МНЛЗ на заводе фирмы Sollac Dunkerque (заказы получены в 2005, 2006 и 2007 г.) (рис. 5);
- полную реконструкцию двухручьевой слябовой МНЛЗ на заводе фирмы Sollac в Фос-сюр-Мере, Франция (заказана в 2006 г.),
- новую двухручьевую МНЛЗ для литья слябов для завода в Сидмаре, Бельгия (заказана в 2001 г.);
- модернизацию слябовой МНЛЗ фирмы Stahlwerke в Бремене, Германия (заказана в 2000 г.);
- модернизацию слябовой МНЛЗ фирмы Acesita, Бразилия (заказана в 1997 г.).

Группа Baosteel в течение 30 мес. разместила на предприятиях фирмы Danieli пять важных заказов на слябовые МНЛЗ для пяти своих крупнейших проектов. Новая двухручьевая МНЛЗ для разлива тонких слябов,

заказанная в 2008 г. для завода Meishan группы Baosteel, будет первым подобным агрегатом на предприятиях этой группы. В числе другого оборудования для предприятий группы Baosteel можно отметить:

- новую одноручьевую слябовую МНЛЗ для завода LuoJin (заказана в 2007 г.);
- модернизацию двухручьевой слябовой МНЛЗ на заводе Baosteel № 6 (заказана в 2006 г.);
- новую одноручьевую слябовую МНЛЗ для завода Baosteel LuoJin (заказана в 2007 г.),
- новую двухручьевую слябовую МНЛЗ для завода Baosteel № 4 (заказана в 2006 г.) (рис. 6).

Этот успех не был случайным, он явился результатом большого опыта, накопленного на протяжении длительного периода и позволившего найти новые конструктивные и технологические решения. Примерами таких решений могут служить кристаллизаторы INMO для машин непрерывного литья толстых и тонких слябов, кристаллизатор H2 воронкообразной формы для литья тонких слябов, успешные результаты применения мягкого динамического обжатия, конструкция сегмента OPTIMUM, оригинальная конструкция машины fTSC (flexible thin slab caster) для литья тонких слябов с регулируемой кривизной в вертикальной плоскости и другие.

## Технологии литья высококачественных слябов

В числе прочих отличительных особенностей для всех новейших МНЛЗ фирмы Danieli характерны такие инновации, как кристаллизатор с интегральной моделью движения INMO (рис. 7) и сегмент OPTIMUM. Концепция кристаллизатора INMO была первоначально разработана фирмой Danieli Davy Distington совместно с фирмой Posco Gwangang (Южная Корея) с целью значительного повышения качества слябов, получаемых на действовавших МНЛЗ, и сокращения работ по их ремонту и техническому обслуживанию. В новом кристаллизаторе возможно динамическое регулирование параметров качания в зависимости от конкретных условий разлива: скорости, метал-



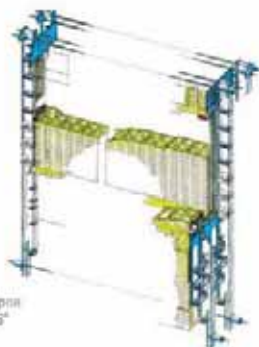
Технологический отдел коксохимии компании Uhde имеет богатый опыт строительства, реконструкции и ремонта коксовых батарей. Опираясь на накопленный опыт, наши инженеры вложили средства и затратили время на изучение факторов долговечности установок и разработали идеальные решения для обеспечения более длительного срока службы Вашего коксохимического производства.

#### Напряжения как фактор долговечности батарей

В батареях с широкими камерами индивидуальная печь подвергается меньшему воздействию усилий выталкивания при меньшем числе выдач за сутки, а это означает уменьшение механического и термического напряжений в целях защиты батарей.

#### Стабильность как фактор долговечности батарей

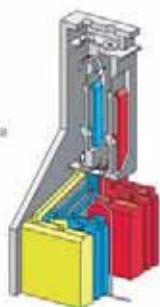
Система анкеров **CONTROLPRESS®** в сочетании с надлежащим выполнением кладки обеспечивает длительный срок службы батареи при надежной, стабильной работе. Сегодня все батареи, поставляемые компанией Uhde, оснащены такой системой.



Система анкеров  
CONTROLPRESS®

#### Обогрев как фактор долговечности батарей

Равномерное распределение тепла является неотъемлемой предпосылкой длительной, безупречной работы печи, что обеспечивается системой обогрева **COMBIFLAME®**, которая совмещает ступенчатую подачу воздуха для горения с внутренней рециркуляцией продуктов горения.



Система обогрева  
COMBIFLAME®

Если Вы заинтересованы, свяжитесь с нами, чтобы узнать больше о предлагаемых решениях.

Uhde GmbH  
Friedrich-Uhde-Str. 15  
44141 Дортмунд  
Германия  
Телефон: +49 (231) 547-0  
Факс: +49 (231) 547-3032

**Высокотехнологичные  
решения, обеспечивающие  
длительный срок службы**

Uhde

A company of ThyssenKrupp Technologies





лургических характеристик, свойств литейного флюса и т. д. Качание кристаллизатора обеспечивается от гидравлического привода.

Точность геометрических размеров сляба тесно связана с параметрами системы качания, задаваемыми с помощью автоматизированной системы управления. Работа системы в интервале предельных расчетных значений этих параметров контролируется роликовым устройством, контактирующим с направляющими кристаллизатора. Конструкция устройства обеспечивает его работу практически при отсутствии трения, что исключает износ и необходимость в техническом обслуживании.

Конструкция сегмента нового поколения OPTIMUM была разработана, исходя из условий повышения жесткости и ремонтпригодности. Другие особенности сегмента были ориентированы на конкретные параметры современных процессов непрерывного литья, например на мягкое динамическое обжатие сляба. К главным особенностям конструкции нового сегмента относятся:

- жесткая конструкция с открытыми концевыми участками для удобного доступа при техническом обслуживании и ремонте;
- отсутствие центральной направляющей стойки;
- отсутствие ограничивающих доступ распорок;
- минимальные сферические соединения.

Сегмент может быть установлен на криволинейном, правильном и вытяжном участках МНЛЗ. Зажим роликов происходит от гидропривода; ролики приводятся во вращение независимо и также от гидравлического привода, который имеет возможность реверсирования.

### Важнейшие направления дальнейших разработок

В октябре 2007 г. фирма Posco (Южная Корея) выдала заказ фирме Danieli на полную реконструкцию литейно-прокатного агрегата на мини-заводе Gwangang с целью создания наиболее совершенного в мире компактного производства горячекатаной полосы в рулонах. Для преодоления ограничений, возникающих на про-



Рис. 5. Двухручьевая МНЛЗ на заводе фирмы Sollac в Дюнкерке, Франция, группа ArcelorMittal



Рис. 6. Поворотная платформа для ковшей на заводе Baosteel № 4, Китай



Рис. 7. Кристаллизатор INMO

изводстве в настоящее время, фирма Posco решила полностью его реконструировать. Две существующие МНЛЗ для литья тонких слябов будут заменены одной машиной со сверхвысокой скоростью литья тонких слябов (проектная скорость разливки

составляет 8 м/мин). Существующий обжимной стан будет полностью переоборудован и модернизирован, чтобы его характеристики соответствовали рабочим параметрам новой МНЛЗ.

МНЛЗ фирмы Danieli на заводе Posco Gwangang будет представлять





# Siempelkamp

Maschinen- und Anlagenbau

## Надежные, прочные и точные Трубоформовочные прессы фирмы Siempelkamp

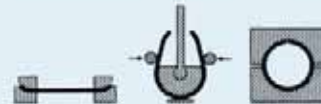


Baosteel, China

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](http://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](mailto:tatjana.henske@siempelkamp.com)

### Программа формовки металла фирмы Siempelkamp



Ковка



Формовка толстого листа



Формовка листового металла



Гидроформовка



новое поколение машин для литья тонких слябов и отражать результаты эволюции технологии FTSC, которая в настоящее время считается наилучшей с точки зрения производительности и качества продукции. Сооружение МНЛЗ планировалось завершить в конце весны 2009 г.

При разработке технологической концепции особое внимание уделяли путям предотвращения следующих, наиболее вредных явлений, возникающих при высокой скорости разливки:

- неравномерное выпучивание металла;
- колебание уровня металла в кристаллизаторе;
- недостаточная эффективность спреерного охлаждения;
- чрезмерный износ сменных деталей.

Кроме того, большое внимание уделялось надежному автоматическому контролю, необходимому в связи с

повышением рабочей скорости процесса и улучшенным планировочным решениям, обеспечивающим эффективное техническое обслуживание МНЛЗ.

Поставленная фирмой Posco амбициозная цель добиться производительности одноручьевой МНЛЗ на уровне 1,8 млн. т/год требует новых конструктивных решений. Фактически необходимо пересмотреть все применявшиеся в традиционных МНЛЗ предыдущих поколений для получения тонких слябов компоновочные решения, а также рассмотреть конструкцию каждого узла и каждой детали и оценить их соответствие возросшей примерно на 50 % производительности.

## Выводы

Фирма Danieli Davy Distington, входящая в группу Danieli, специали-

зирующаяся на разработке и поставке оборудования для литья слябов, завоевала ведущие позиции в этой области на мировом рынке благодаря инновационным и надежным решениям. С ведущими металлургическими фирмами мира, выпускающими плоский прокат, установилось многолетнее тесное сотрудничество и партнерство. Среди таких фирм можно назвать ArcelorMittal, ThyssenKrupp Steel, Baosteel и Posco, которые на протяжении многих лет размещают на предприятиях группы Danieli свои заказы на оборудование для непрерывного литья слябов. Группа Danieli участвует также в сооружении нескольких крупных слябовых МНЛЗ в Китае, например, на заводе Gaofedian — крупнейшем из металлургических заводов, сооружаемых в мире в настоящее время, с общей проектной мощностью 10 млн. т слябов в год. ■

Dornweg 2  
 47445 Moers  
 Tel. +49 2041/73034  
 Fax. +49 2041/76264  
 e-mail:  
 info@holtmann-moers.de  
 www.holtmann-moers.de  
 Российский представитель:  
 Wespac GmbH  
 Пискаревский пр. 20/а  
 Санкт-Петербург, 190000  
 Tel. +49-2026-4711-0  
 Fax +49-2026-4711-11  
 E-Mail: info@wspac-ru.com

## HOLTSMANN

Fahrzeug - und Maschinenbau GmbH

**Мы проектируем и изготавливаем:**

**Для черной металлургии:**  
 Установки для удаления шлака  
 Установки для разборки кладки  
 Установки для завалки  
 Установки для пробивки отверстий

**Для цветной металлургии:**  
 Установки для зачистки  
 Установки для очистки и разборки кладки

**Специальные установки в соответствии с требованиями заказчиков**  
 Обслуживание в пределах работ по разборке кладки

**Установки для черной и цветной металлургии, а также для литейной промышленности**



# Просто лучшее

W.A.B. Krefeld

**Это — наша профессия!**

**Колпаковые печи H<sub>2</sub>-отжига фирмы Grünewald экономичны, эффективны, безопасны, имеют индивидуальную конструкцию.**

- для стали и цветных металлов
- горелки газовые, электрические и масляные
- высокопроизводительные мощности для отжига и циркуляционные вентиляторы
- высокоэффективные нагревательные системы с низким уровнем загрязнения
- специально спроектированные охлаждающие колпаки для быстрого охлаждения
- современные измерительные и контрольные технологии для визуализации процесса
- современный дистанционный контроль
- технология опробована в цехе отжига фирмы
- печи, бывшие в эксплуатации

**Пожалуйста, обращайтесь к нам за дополнительной информацией.**



**Heinrich Grünewald  
Industriefenbau**

P.O.Box 11 68/69 • D-57259 Hilchenbach  
 Phone: +49(0)27 33-8940-0 • Fax: +49(0)27 33-8940-15  
 E-Mail: info@gruenewald-industriefenbau.de  
 Internet: www.gruenewald-industriefenbau.de

