



Рис. 1. Мелкосортный прокатный стан группы компаний B.S.R.M.

## Производство высокопрочных арматурных профилей в новом прокатном цехе группы компаний B.S.R.M., Бангладеш

Новый прокатный цех, ориентированный на конкретных заказчиков и учитывающий специфические требования регионального рынка, спроектирован для малозатратного коммерческого производства крупно- и среднетоннажных партий длинномерного сортового проката с использованием самых современных технологий. Группа компаний B.S.R.M. уделяет особое внимание технологическим процессам производства высокопрочных арматурных профилей.

Сунил Кумар Дас, группа B.S.R.M., Читтагонг, Бангладеш; Энцо Франческатто, Андреа Таурино, компания Danieli Morgårdshammar; Антонелло Местрони, компания Danieli Automation, Буттрио, Италия

Контакт: [www.danieli.com](http://www.danieli.com)  
Эл. почта: [info@danieli.com](mailto:info@danieli.com)

Производство высокопрочной арматуры и других длинномерных профилей сортового проката для изготовления железобетонных конструкций (например, ребристой катанки или крученых прутков в бунтах) играет важнейшую роль в странах с энергично развивающимся строительством зданий и инфраструктурных сооружений. Возрастающий спрос на высокопрочную арматуру и другие длинномерные сортовые профили для получения армированного бетона в наибольшей мере ощущается в странах или географических регионах, где при строительстве необходимо учитывать фактор сейсмической активности и высокой вероятности землетрясений.

Для удовлетворения конкретных, специфических для определенного региона требований заказчика, был спроектирован новый прокатный цех, гибкое и экономически эффективное предприятие низкой или средней производительности для изготовления коммерческих партий длинномерных сортовых профилей. В новом цехе будут

использованы новейшие и малозатратные технологии производства длинномерных профилей в состоянии после закалки в воде и самоотпуска по вариантам технологии QTB-, QTR- и QTS-процессов компании Danieli. С этой целью в цехе предусмотрено использование стана для прокатки длинномерного сортового профиля, поставляемого в пакетах после резки на мерные длины. Оборудование данного цеха должно обеспечивать максимальную эффективность производства и высокую производственную гибкость, возможность быстрого завершения монтажных работ и последующего монтажа дополнительных агрегатов для производства катанки или прутков в бунтах при возникновении потребности в этой продукции на рынке и/или по требованию заказчика.

### Описание цеха

В 2006 г. группа компаний B.S.R.M. выбрала компанию Danieli Morgårdshammar в качестве поставщика комп-



Рис. 2. Блок четырехниточной прокатки с разделением

лекса оборудования для нового стана годовой производительностью 300 тыс. т арматурных сортовых профилей. Стан предполагалось установить в ходе расширения и модернизации действующего сталеплавильного и прокатного производства на заводе в Читтагонге, Бангладеш. На новом стане, который выдал первую продукцию в начале марта 2008 г., впервые в Бангладеш использована новейшая технология горячей прокатки длинномерных сортовых профилей, благодаря чему этот стан считается наиболее современным и высокопроизводительным во всем регионе (рис. 1).

Современный мелкосортный прокатный стан включает: 18 клетей SHS, систему закалки и самоотпуска прутков в линии стана (QTB-процесс), автоматизированный холодильник и отделочное оборудование для производства профилей в отрезках мерной длины. Толкательная проходная нагревательная печь производительностью 75 т/ч, установленная перед станом, не входила в объем поставок компании Danieli.

Исходный проект стана производительностью 75 т/ч предусматривает прокатку заготовок квадратного сечения размером 130×6×12 м из рядовых марок стали. Проектный сортамент продукции стана включает прутки диаметром от 8 до 38 мм в состоянии

после закалки и самоотпуска, предназначенные для армирования железобетонных конструкций. После намеченной модернизации стана диаметр прокатываемых прутков увеличится до 40 мм. Поставки компании Danieli для нового цеха включают также оборудование для водоочистки и водоподготовки. Электрооборудование, системы автоматизации и контрольно-измерительная аппаратура для прокатного стана и вспомогательного оборудования поставила компания Danieli Automation.

Горячее опробование оборудования нового цеха провели 4 марта 2008 г., на несколько дней опередив график монтажных работ. Первые профили были успешно прокатаны и выданы на холодильник. В 2009 г. к черновой группе стана были добавлены горизонтальная и вертикальная клетки, что позволило прокатывать квадратные заготовки со стороной сечения 160 мм. С учетом новых условий прокатки производительность нагревательной печи увеличили до 90 т/ч.

**Прокатка в многоклетевом стане.** Стан полностью укомплектован бесстанинными прокатными клетями SHS компании Danieli, рассчитанными на тяжелый режим работы. Для предотвращения скручивания профиля предусмотрено чередование горизонтальных и вертикальных клеток

в черновой, промежуточной и предчистовой группах. В последней, чистовой группе установлены только горизонтальные клетки, специально разработанные для процесса прокатки с разделением применяемого для получения минимальных размеров прокатываемого сортамента арматурных профилей.

**Разделение.** Блок многониточной прокатки с разделением, установленный в чистовой группе стана, позволяет достигнуть высокой производительности, определяемой работой нагревательной печи с полной номинальной мощностью, даже при прокатке минимальных размеров сортамента арматурных профилей (рис. 2). Это происходит благодаря сочетанию специальной калибровки валков и конструкции направляющего инструмента, предусматривающих деформацию прокатываемой полосы с последующим ее разделением на два, три или четыре арматурных профиля. После разделения эти профили одновременно прокатывают на готовый размер в клетях чистовой группы. Конструкция стана позволяет разделять промежуточную полосу на 4, 3 или 2 нитки при прокатке профилей диаметром 8, 10, 12 и 16 мм со скоростью до 12,5 м/с.

**Заключительные операции.** Многониточный участок QTB-процесса



Рис. 3. Четырехниточный участок QTB–процесса термоупрочнения

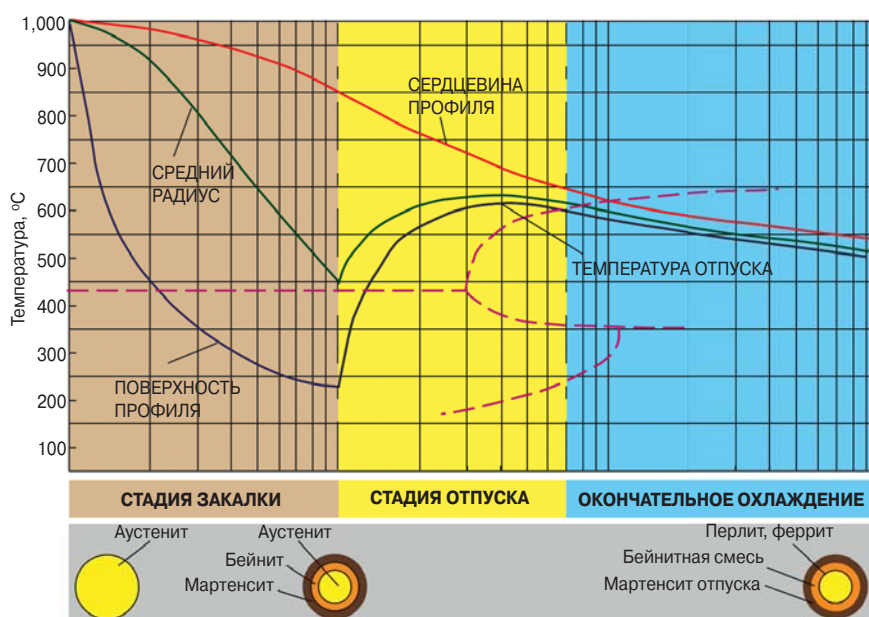


Рис. 4. Термокинетическая диаграмма QTB–процесса

(заковки и самоотпуска профилей) в линии стана расположен на выходной стороне чистой группы клетей (рис. 3). Этот участок характеризует значительный прогресс компании B.S.R.M. в развитии технологии сортовой прокатки, позволивший впервые в Бангладеш проводить в линии стана термическую обработку высокопрочных/свариваемых арматурных профилей.

**Оборудование выходной стороны стана.** При производстве арматурных профилей в отрезках мерной длины используют отрезные делительные ножницы на входе в холодильник для подачи на охлаждение прутков кратной длины; автоматизированный холодильник длиной 66 м с шагающими балками; участок резки на мерные длины и упаковки, включающий стационарные ножницы холодной резки;

автоматизированные устройства для пакетирования, обвязки пакетов и взвешивания.

## Особенности проекта

Группа компаний B.S.R.M. Steels за последние несколько лет расширила свои производственные мощности до 600 тыс. т/год при постоянной технологической помощи и поддержке со стороны компании Danieli. А. Алихуссейн (Aameir Alihussain), исполнительный директор группы компаний B.S.R.M., отметил серьезную финансовую и технологическую проблему, которая стояла перед компанией при принятии решения о строительстве прокатного стана производительностью 300 тыс. т/год на заводе в Читтагонге, Бангладеш. Однако совместная

работа специалистов компаний Danieli и B.S.R.M. позволила успешно и своевременно завершить строительство стана и ввести его в эксплуатацию, а затем повысить эффективность его работы, обеспечив рост производственных мощностей. В настоящее время производительность прокатного цеха составляет более 50 тыс. т/мес. В августе 2012 г. были достигнуты одни из лучших показателей в мире: коэффициент использования стана составил 94,55 %, брак — 0,08 %, а выход годного — 97,16 %.

В июне 2011 г., когда номинальная производительность стана достигла 75 т/ч (при поставке оборудования предусматривалась производительность 60 т/ч), на предприятии в Читтагонге было установлено несколько производственных рекордов. В течение 5 дней успешно прокатывали профили с разделением 4×10 мм, достигнув при этом рекордной производительности 1965 т/сут (более 87 т/ч) при коэффициенте использования стана 94 %. В июле 2011 г. производительность стана составила 50 тыс. т/мес.

В январе 2012 г. объем выпускаемой продукции составил 54740 т при среднемесячной производительности 85,21 т/ч, коэффициенте использования стана 88,21 %, браке 0,08 %, выходе годного 97,46 % и минимальном расходе энергии 68,33 кВт·ч/т. 3 апреля 2012 г. стан безостановочно проработал в течение 11 ч, прокатывая профили размером 3×12 мм из заготовок, поступающих на прокатку с интервалом 2 с.

В 2012 г. на стане было прокатано 580 тыс. т металла, несмотря на сокращение фонда рабочего времени на 560 ч, связанное с проблемами энергоснабжения. При этом коэффициент использования стана составил 89,6 %, производительность 83,4 %, выход годного 97,38 %, расход энергии 73,74 кВт·ч/т. В декабре 2012 г. объем производства профилей достиг максимального значения и составил 7 тыс. т/мес.

## Технологический процесс

**QTB–процесс.** Технология QTB–процесса (термоупрочнения) включает закалку и самоотпуск проката в линии стана. Это позволяет получать высокопрочные профили с хорошей

## Полный диапазон оборудования для станов холодной прокатки



Технологическое развитие промышленных площадок повышает требования к холоднокатаной полосе и, соответственно, к прокатному оборудованию. В связи с этим современные технологии и постоянные инновации в этой области представляют повышенный интерес.

Фирма ANDRITZ SUNDWIG в последние годы активно работает в сфере системных исследований и разработок. Фирма ANDRITZ SUNDWIG является одной из немногих компаний, работающих в полном диапазоне прокатных технологий и осуществляющих поставку прокатных станов всех возможных видов. Последняя разработка – это комбинированная 4/56-валковая (4/18-валковая)

прокатная клеть, являющаяся оптимальным техническим решением для прокатки полосы широкого размерного и марочного сортамента. Традиционная схема 4-валковой черновой и промежуточной прокатки полосы может быть перестроена на 6-валковый режим чистовой прокатки для полосы небольших размеров сечения из стали или цветных металлов.

**ANDRITZ AG**  
Eibesbrunnnergasse 20  
1121 Vienna, Austria  
Тел.: +43 50805 0  
Факс: +43 (1) 813 76 45  
metals.at@andritz.com

**ANDRITZ Sundwig GmbH**  
Stephanopeler Strasse 22  
58675 Hemer, Germany  
Тел.: +49 2372 54 0  
Факс: +49 2372 54 200  
welcome@sundwig.de

**ANDRITZ AG**  
Lunzerstrasse 64  
4031 Linz, Austria  
Тел.: +43 (732) 6987 74498  
Факс: +43 (732) 6987 74508  
office.linz@andritz.com

[www.andritz.com](http://www.andritz.com)



Рис. 5. Главный пульт управления прокатным станом

свариваемостью, высокой пластичностью и лучшей однородностью структуры, используя недорогую заготовку из низкоуглеродистой стали вместо микро- или низколегированной стали. В некоторых случаях возможны минимальные добавки легирующих элементов для соответствия химического состава стали предъявленным требованиям.

QTV-процесс позволяет получать высококачественную продукцию, окончательные свойства которой не уступают или даже превышают свойства профилей из низколегированных/микролегированных сталей: высокий предел текучести (550 МПа и выше), достаточную пластичность (10 % и более), хорошую свариваемость при углеродном эквиваленте 0,4 % и менее, а также меньшие производственные расходы при выплавке стали или затраты при покупке заготовок из-за пониженного содержания легирующих элементов (расходы сокращаются примерно на 18 % по сравнению с микролегированной сталью и приблизительно на 8 % по сравнению с низколегированной сталью).

Для всего широкого сортамента арматурных профилей применяется одна марка низкоуглеродистой стали, которая удовлетворяет требованиям международных стандартов (содержание углерода 0,18–0,24 %, марганца 0,6–0,8 % и кремния 0,15–0,3 %). QTV-процесс состоит из трех стадий, включающих закалку в ванне с водой на выходе из чистой клетки, отпуск на воздухе после закалки и окончательное охлаждение на холодильнике (рис. 4).

При закалке температура поверхности прутков снижается на 250–300 °С, в результате на холодильник они поступают для отпуска при температуре 550–600 °С. Свойства готовой продукции зависят от объемной доли мартенсита в микроструктуре, свойств мартенсита отпуска и феррито-перлитной сердцевины. Объемная доля мартенсита зависит от глубины закалки и от температуры начала мартенситного превращения. Свойства мартенсита определяются химическим составом стали и температурой отпуска, свойствами сердцевины и скоростью охлаждения на второй и третьей стадиях процесса. Следовательно, можно регулировать свойства профилей, контролируя температуру отпуска и осуществляя контроль на стадии охлаждения. С помощью QTV-процесса и секции вторичного охлаждения можно получить смешанные структуры металла.

В составе типовой технологической линии QTV-процесса имеется ванна необходимой длины (длина ванны зависит от размеров продукции и скорости прокатки), наполненная водой и расположенная непосредственно на выходе из чистой группы перед разрезными ножницами на входе в холодильник. Ванна может иметь однониточную и/или многониточную конструкцию в зависимости от выбранной схемы прокатки и оборудована подъемным механизмом для быстрого выравнивания по высоте с осью прокатки в соответствии с размером прокатываемого профиля.

**QTR- и QTS-процессы.** В основе QTR-процесса лежит концепция, аналогичная технологии QTV-процесса, однако он применяется для производства арматурных профилей в бунтах. Типовая технологическая линия QTR-процесса включает несколько ванн с водой, последовательно расположенных между блоком высокоскоростных клеток чистой прокатки и головкой петлеобразователя. На выходной стороне ванн расположены тянущие ролики для предотвращения вибрации профиля. Каскадное расположение ванн гарантирует хорошее натяжение профиля в процессе обработки и его равномерное охлаждение по длине и поперечному сечению.

QTS-процесс также полностью интегрирован в состав производственных линий для получения арматурных профилей в бунтах. Как и в описанных выше процессах, линия QTS-процесса включает ряд ванн с водой, размещенных между чистой группой клеток прокатного стана и моталками готовых профилей.

**Электрооборудование и автоматика.** Компания Danieli Automation поставила все электрооборудование цеха — от распределительных устройств среднего напряжения до электроприводов постоянного тока и вспомогательных приводов. Система автоматического управления основана на решении DMC2000 для управления прокатными станами при производстве длиномерной продукции. Система контролирует параметры процесса, имеет пульт управления для оператора и системы контроля отдельных видов



Посетите фирму IMS  
на 19-й международной промышленной  
Выставке «Металл-Экспо 2013»  
в г. Москва с 12.11 по 15.11.2013,  
павильон 69, стенд 2G03



## Ваша задача по измерению – наша измерительная техника



### Повышайте качество Вашей продукции!

Наши высокоточные рентгеновские, радиоизотопные и оптические измерительные системы для черной и цветной металлургии значительно увеличат эффективность Ваших установок.

Мы специализируемся на решении задач, связанных с измерениями!

#### ООО "ИМС Сервис"

Ул. Кирова 159, офис 710  
454091 Челябинск  
Россия

Бесконтактными измерительными системами фирмы IMS определяются в условиях непрерывной прокатки следующие параметры:

- толщина и профиль толщины
- клин и выпуклость
- утонение кромки
- плоскостность
- ширина и положение материала
- размеры и геометрия
- дефекты кромки и дыры
- внутренние дефекты полосы
- толщина стенки трубы и эксцентриситет
- диаметр и овальность
- толщина и профиль покрытия
- температура и поперечный профиль температуры
- скорость и длина
- натяжение полосы

# Наши услуги – обеспечат Вам успех!



толщина



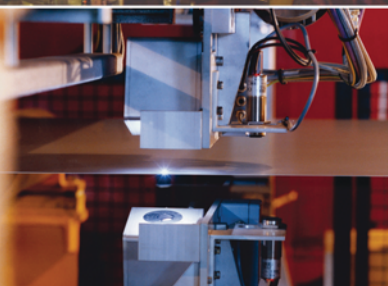
плоскостность (TopPlan)



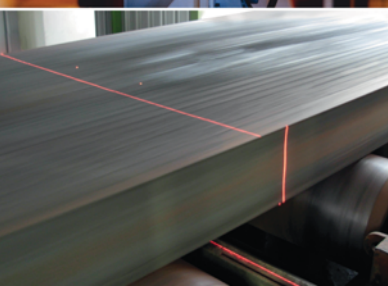
ширина



труба



покрытие



размеры

IMS – это специалисты для профессионального сотрудничества на партнерской основе

Мы гарантируем Вам надежную работу и точность измерений.

Мы предлагаем:

- Индивидуальные консультации
- Инжиниринговые услуги
- Монтажные и пусконаладочные работы
- Обучение
- Комплексное сервисное обслуживание
- Долгосрочное обслуживание заказчиков

Мы работаем по всему миру, в Европе, Америке и Азии. Близость к нашим заказчикам способствует первоклассному сотрудничеству с поддержкой на местах при международных проектах.

IMS является Вашим партнером для инновационных разработок в промышленной измерительной технике.

оборудования, снабженные документацией и инструкциями по монтажу и вводу в эксплуатацию.

Согласно проекту, все средства автоматизации и контрольно-измерительная аппаратура объединены в локальную сеть, позволяющую вести учет производственных показателей и технологических параметров. Архитектура системы автоматизированного управления процессом прокатки основана на структуре «клиент – сервер» и предусматривает единую базу данных, гарантирующую стабильность и единообразие данных, используемых для установки рабочих параметров оборудования. Пульты управления операторов, оснащенные персональными компьютерами, позволяют операторам принимать решения, выдавая на дисплеи необходимую информацию о ходе процесса и состоянии оборудования (рис. 5).

Система автоматического регулирования оборудования основана на распределенной структуре программируемых логических контроллеров (ПЛК), в которой отдельные блоки

специализируются на контроле определенных машин или групп машин. Это способствует упрощению транспортных и ремонтных операций, а также облегчает устранение неполадок. Детекторы горячего металла и петлевые сканеры, а также подсистемы быстрого сбора и обработки данных о необходимости ремонта завершают архитектуру системы. Успешная работа стана объясняется апробированной конструкцией, высоким рейтингом электрооборудования, успешной интеграцией лучшего оборудования, представленного на рынке, «ноуха» технологического процесса производства длинномерных изделий и применением соответствующих высокоэффективных программ, а также применением специализированного инструмента и датчиков, специально разработанных для прокатных станов.

### Выводы

К настоящему времени, после четырех лет работы, предприятие группы компаний B.S.R.M. в Бангладеш укре-

пило свои позиции на внутреннем рынке и предполагает выйти на рынок экспорта благодаря высоким показателям производства. Оборудование, поставленное компанией Danieli, полностью оправдало ожидания руководства компании B.S.R.M., в частности А. Х. Акберали (Ali Hussain Akberali), президента группы B.S.R.M. На производстве в Бангладеш удалось достигнуть таких показателей, которые не могут предъявить многие другие высокоразвитые страны.

В настоящее время доступность наиболее современного технологического процесса позволила освоить малозатратное производство арматурных профилей и другого высокопрочного длинномерного проката. Прокатный стан, ориентированный на конкретные требования регионального рынка, является правильным выбором для удовлетворения растущего спроса на арматуру для железобетонных строительных конструкций, особенно в географических регионах с высокой сейсмической активностью. ■

### 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

ООО "ЭйДжиСи Индастрис" 123317, Москва, Пресненская наб., 6, стр. 2, башня «Империya»

Тел./факс: +7-495-797-57-47, эл. почта: salesmos@agcarbon.com

Реклама