

SEVERSTAL COLUMBUS — НОВЫЙ КОМПЛЕКС ПО ПРОИЗВОДСТВУ СТАЛИ В США

С. КРЕМЕР, К. КЛЯЙН, Ю. МЮЛЛЕР*

Severstal Columbus — новый производитель стали на североамериканском рынке. Производственный комплекс в штате Миссисипи, США, был введен в эксплуатацию в 2006–2007 гг. и полностью рассчитан на потребности местной промышленности. В статье описываются мероприятия, с которыми на производственном маршруте с электросталеплавленным переделом и установкой CSP можно выпускать высококачественную стальную продукцию. Представлены также важнейшие результаты этапа ввода в эксплуатацию и первые производственные достижения.

Ключевые слова: мощность, производство стали, CSP-установка, стан горячей прокатки полосы, линия травления, стан холодной прокатки полосы, горячее цинкование, рынок, конструкция.

Юг США за последние годы развился в новый центр североамериканской промышленности. Прежде всего производство домашней техники и автомобилестроение с их поставками открыли для себя регион и выявили там ряд новых мест расположения производств. Черная металлургия концентрируется в настоящее время прежде всего в традиционных регионах тяжелой промышленности на севере страны. В 2005 г. было решено построить в штате Миссисипи, США, новый завод для производства высококачественной горячей- и холоднокатаной стали «на зеленом лугу» — Severstal Columbus.

Заводской комплекс Severstal Columbus охватывает все производственные ступени — от производства стали до горячего цинкования. Техническое оснащение сталеплавленного производства, CSP-установка, соединенная линия из травильного агрегата и непрерывного прокатного стана, непрерывный агрегат горячей прокатки со встроенной в поток дрессировочной клетью, а также автономная дрессировочная клеть были поставлены компанией SMS Demag. Заказ для компании SMS Demag включал электрическое оборудование и системы автоматики для сталеплавленного производства и CSP-установки, а также систему производственного планирования (уровень 3). Установки были введены в эксплуатацию в период с декабря 2006 г. по ноябрь 2007 г.

Ниже представлены проект завода и его выполнение, а также дано описание технического оборудования. При этом в центре находятся мероприятия, которые позволяют производить высококачественные

сорта стали по технологическому маршруту с электросталеплавленным производством и CSP-установкой. Рассматриваются важнейшие результаты, полученные на этапе ввода в эксплуатацию, а также представлены первые производственные достижения.

Общий обзор

Местом расположения нового завода является маленький город Колумбус (Columbus), штат Миссисипи. В пользу выбора этого места говорило его центральное положение в промышленном поясе юга США. Кроме того, имеется прямое сообщение с Мексикой. Место расположения обладает выдающимися транспортными связями по шоссе и железной дороге, по воде и воздуху. Необходимая для электросталеплавленного производства энергия имеется в распоряжении (надежно и благоприятно по цене), поэтому нет необходимости сооружать дополнительные энергетические мощности [1].

План завода. Так как завод сооружался на «зеленом лугу», можно было выбрать оптимальное расположение производственных установок. В основе общего плана лежит U-образная форма, согласно которой сталеплавленный цех, CSP-установка и оборудование стана холодной прокатки расположены по отношению друг к другу под углом 90 град. Такая форма расположения обеспечивает короткий путь между установками и простое обслуживание рулонов (рис. 1).

Производственный (заводской) комплекс выполнен таким образом, что каждый раз (в определенный момент) после различных ступеней общего процесса можно отбирать промежуточную продукцию для реализации, чтобы гибко осуществлять деятельность на рынке.

Спектр продукции охватывает горячекатаную полосу, горячекатаную полосу, подвергнутую травлению, и промасленную горячекатаную полосу, холод-

* С. Кремер, руководитель подразделения, станы горячей прокатки; К. Кляйн, руководитель подразделения, технический сбыт/координация CSP, компания SMS Demag AG, Хильхенбах, Германия; Ю. Мюллер, руководитель подразделения, технический сбыт, литейный агрегат CSP, компания SMS Demag AG, Дюссельдорф, Германия; Stephan.kraemer@sms-demag.com

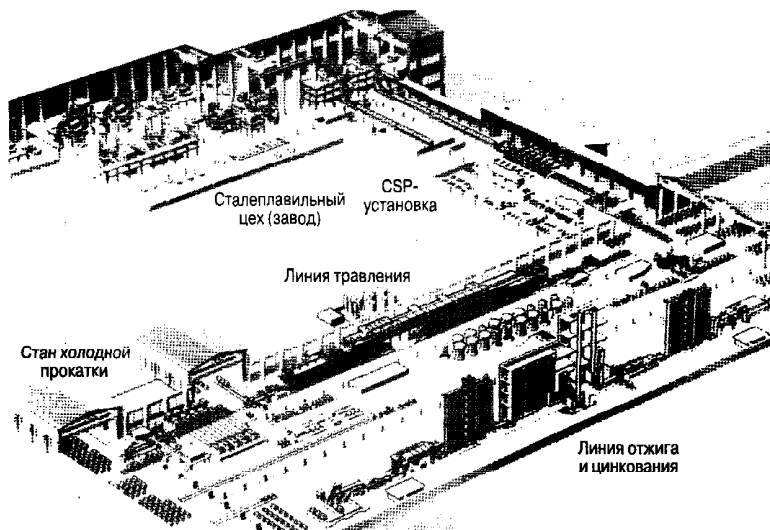


Рис. 1. Общий план расположения производственного комплекса

нокатаную полосу, наклепанную прокаткой, отожженную холоднокатаную полосу, подвергнутую дрессировке, горячеоцинкованную полосу и отожженную оцинкованную листовую сталь.

Концепция установки предусматривает расширение производства на многих этапах. Деятельность Severstal Columbus была начата в 2006–2007 гг. с вводом в эксплуатацию первого этапа строительства при общей производительности примерно 1,35 млн. т/год. При расширении сталеплавильного производства, CSP-установки и сооружении дополнительных мощностей по травлению и отжигу годовая производительность может увеличиться до 2,7 млн. т.

Спектр продукции. Размеры продукции для различных ступеней обработки (от горячекатаной полосы до оцинкованного листа) приведены ниже:

Продукция	Толщина, мм / ширина, мм
Горячекатаная полоса	1,4–12,7/914–1880
Горячекатаная полоса после травления (и промасленная)	1,4–5,0/914–1880
Холоднокатаная полоса	0,28–1,4/914–1829
Горячеоцинкованная полоса, отожженная оцинкованная листовая сталь	0,28–1,4/914–1829

Марочный сортамент сталей продукции, производимой Severstal Columbus, охватывает мягкие нелегированные стали для холодного деформирования, конструкционные стали, HSLA-стали и широкий спектр углеродистых сталей.

Кроме бытовой техники и автомобилестроения, заказчиком нового завода является также строительная промышленность. В будущем Severstal Columbus планирует также производить электротехническую полосу сталь с неориентированным зерном и исходный материал для изготовления труб.

Обзор производства. На первой ступени развития оборудование сталеплавильного цеха (завода) (рис. 2) включает электродуговую печь постоянного тока с

объемом плавки 150 т, двоянную установку печь-ковш и двоянную установку вакуумной дегазации. В качестве шихты используются стандартные сорта лома и в зависимости от производимого качества сталей также высокоценные носители железа (например, чугунные чушки губчатое железо — DRI или HBI).

CSP-установка является «сердцем» водского комплекса Severstal Columbus. Эта установка выпускает тонкие слябы шириной 1880 мм, из которых затем прокатываются на шестиклетевом прокатном стане установки CSP полосы толщиной 1,4–12,7 мм. CSP-установка на первом этапе строительства выполнена однорулевой с производительностью 1,35 млн. т/год. При сооружении второго ручья мощность установки повысится до 2,7 млн. т/год.

На последующей линии травления непрерывной прокатки соединенный материал целью получения готовой полосы проходит сначала участок турбулентного травления, а затем прокатывается на шестиклетевом непрерывном стане (клетки кварто) до конечной толщины 0,28–1,4 мм. Производительность стана холодной прокатки на первой ступени развития составляет около 900 тыс. т/год, однако он рассчитан на полную мощность 1,8 млн. т/год.

Холоднокатаные полосы или отжигаются в копаковой печи и в заключение подвергаются дрессировке, или проходят линию непрерывного горячего цинкования с дрессировочной клетью, установленной в потоке. Ее производительность составляет 360 тыс. т/год.

Производственные установки

Принимая во внимание производство высококачественной стальной продукции, все этапы общетехнологической цепочки были оптимизированы. Качество шихты, чистота стали, внутреннее качество слябов, а также недопущение окалины имеют решающее значение.

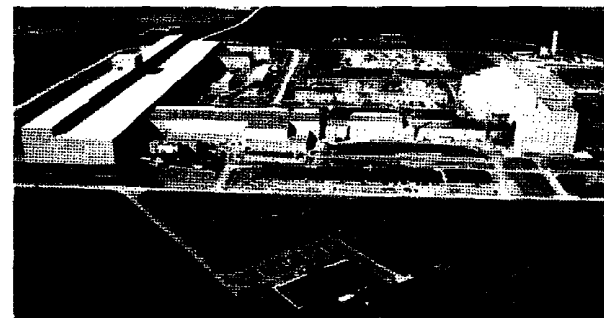


Рис. 2. Предприятие Severstal Columbus со сталеплавильным заводом, CSP-установкой и комплексом холодной прокатки (справа налево)

Сталеплавильный цех (завод). Нерафинированная сталь выплавляется в 150-тонной электродуговой печи, которая работает по разработанной и запатентованной компанией SMS Demag AG технологии. Для того чтобы достичь производственной мощности 220 т/ч (соответствует продолжительности цикла плавки от выпуска до выпуска 42 мин) в распоряжении имеется максимальная мощность трансформатора 160 МВт.

Металлический шихтовый материал электродуговой печи выбирается Severstal Columbus в соответствии с производимым качеством стали. При этом целью является то, что доля нежелательных сопутствующих элементов (например, Си, Sn, Cr, Ni, Мо и др.) устанавливается на соответствующем для каждого сорта стали низком уровне. К тому же в распоряжении имеются бедные сопутствующими элементами заменители лома, например губчатое железо (DRI/НБИ) и чугунные чушки, а также специальные отборные, особоочистые сорта лома. Для выплавки нормальных сортов конструкционной стали шихта состоит на 90 % из обычных, имеющихся в распоряжении сортов лома и на 10 % — из губчатого железа или чушек чугуна. Для выплавки высокоценных марок стали предприятие Severstal Columbus применяет с учетом качества смесь из 30 % чугунных чушек, 15 % губчатого железа (DRI/НБИ), 30 % фрагментированного лома, 20 % отходов штамповки и 5 % других сортов лома. Для достижения механических свойств высококачественных сталей (например, DP-сталь) повышается доля высокочистых шихтовых материалов (губчатого железа и чугунных чушек, а также специальных отборных сортов лома — возвратный лом из отдельных отраслей промышленности).

Благодаря последующей вторичной металлургической обработке нерафинированной стали, выплавленной в электродуговой печи, устанавливается собственно качество стали. Предприятие Severstal Columbus имеет в распоряжении для такой обработки двоякую установку печь-ковш и двоякий резервуар установки вакуумной дегазации.

На установке печь-ковш осуществляется точная настройка (регулирование) химического состава и температуры, а также очень хорошей степени чистоты по оксидам (Clean-Steel-технология). Для получения короткой продолжительности разгрузки ковшей в распоряжении имеются две полноценные станции (стенды) обработки с общим трансформатором. За исключением собственно нагрева плавки все другие металлургические шаги по обработке могут проводиться параллельно на обоих стендах. Необходимые легирующие материалы задаются через бункерную установку или в качестве проволоки поступают в расплав. С помощью согласованного синтетического шлака во время обработки на установке печь-ковш достигается эффективное уменьшение такого нежелательного сопутствующего элемента, как сера, вплоть до самого низкого содержания.

С целью достижения особо низких содержаний углерода и азота плавка обрабатывается окончательно на установке вакуумной дегазации. Исполнение этой установки со двоякими резервуарами обеспечивает соблюдение продолжительности разгрузки ковшей при работе установки CSP по методу «плавка на плавку» с очень коротким временем разливки.

CSP-установка. CSP-установка (рис. 3) предприятия Severstal Columbus производит тонкие слябы шириной от 914 до 1880 мм и толщиной 60–65 мм. Вертикальная установка непрерывной разливки с изгибом литого металла состоит из четырех сегментов и имеет металлургическую длину 8065 мм.

Основные технические данные CSP-установки приведены ниже:

Тип	Горизонтальная установка с изгибом заготовки
Емкость разливочного ковша, т	150
Мощность распределительного желоба, т	36
Радиус изгиба, мм	3250
Опорная длина (четыре сегмента), мм	8065
Скорость разливки, м/мин (макс.)	6

CSP-установка имеет в своем распоряжении все технологии, соответствующие качеству и производительности, для литья тонких слябов с лучшим качеством и относится поэтому к современным установкам данного типа.

Относительно производительности и качества продукции система, состоящая из CSP-кристаллизатора и погружного стакана, является основным технологическим узлом установки. Электромеханический стопор, который приводится в действие от сервопривода с линейной направляющей, образует свободную от зазоров систему. Таким образом достигается чрезвычайно точное регулирование уровня расплава.

CastOpt-система заботится о визуализации и регулировании процесса разливки, чтобы параметры разливки (скорость и конусность) соответствовали внутри рабочего окна идеальным условиям разливки.

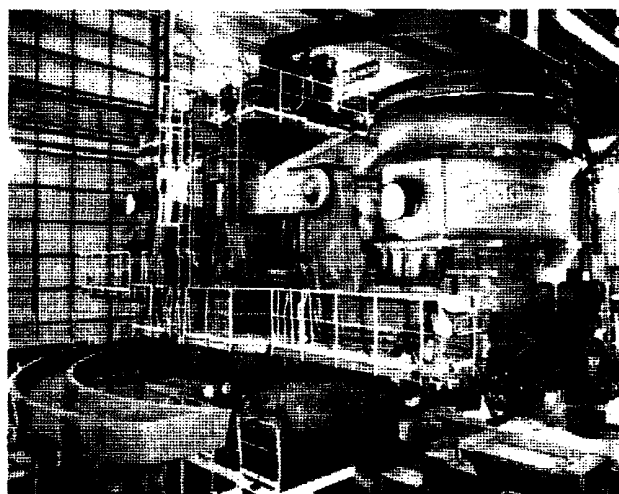


Рис. 3. Разливочная площадка CSP-установки

Для достижения высококачественной поверхности необходимо на установке непрерывной разливки снизить образование включений. Кроме выбора правильного порошкообразного флюса, важным фактором является применение гидравлического устройства качания кристаллизатора и электромагнитного тормоза.

Гидравлически производимое качание охватывает регулируемые диапазоны (высоты) и частоты возвратно-поступательного движения кристаллизатора; форма синусоидальной кривой возвратно-поступательного движения может изменяться, что позволяет использовать также другие любые кривые возвратно-поступательного движения. Новые исследования с асимметричными синусоидальными кривыми показали, что возникает плоская и открытая формы. Благодаря этому в последующем процессе облегчается удаление остатков окалины и порошкообразного флюса от отпечатков возвратно-поступательного движения кристаллизатора. Так называемые ликвационные полоски, которые возникают на горячекатаной полосе из-за диапазона возвратно-поступательного движения кристаллизатора, могут быть в дальнейшем уменьшены.

Электромагнитный тормоз (ЕМВА) представляет собой эффективный инструмент для снижения поверхностных дефектов в форме неметаллических включений. При смене кристаллизатора поперечина (рамная опора) и обе катушки остаются в установке, и железный стержень гидравлически вытягивается из рамы кристаллизатора.

На выходе установки непрерывной разливки между правильно-тянущими устройствами и маятниковыми ножницами встроено специальное устройство для очистки слябов, которое удаляет с помощью воды с низким давлением первичную окалину с верхней и нижней сторон сляба. Благодаря этому устраняется внесение окалины в печь.

Печь с роликовым подом длиной 269 м связывает установку непрерывной разливки и прокатный стан и обеспечивает равномерный сквозной нагрев тонких слябов. Также в печи должен осуществляться контроль образования окалины, чтобы затем ее можно было легко удалить и снизить оседание на роликах. Прежде всего это осуществляется через правильное введение температурного и кислородного режимов.

На шестиклетьевом стане горячей прокатки CSP-установки из тонких слябов прокатывается горячекатаная полоса с конечной толщиной 1,4–12,7 мм. Основные технические данные CSP-стана горячей прокатки приведены ниже:

Усилие прокатки, МН	46(F1–F4), 32(F5–F6)
Мощность главного привода, кВт	8700 (F1–F2, F6), 10000 (F3–F5)
Размеры рабочих валков, мм	2300×950/820 (F1–F2) 2300×750/660 (F3–F4) 2300×620/540(F5–F6)
Размеры опорных валков, мм	2100×1500/1370(F1–F2) 2100×1500/1350 (F3–F6)

Шестиклетьевой CSP-стан горячей прокатки оснащен всеми технологиями и компонентами для производства высококачественной горячекатаной полосы с узкими допусками. Кроме того, предусмотрена гидравлическая настройка и CVC⁺-технология на всех клетях, а также гидравлическое петлевое устройство от клетки F1 до клетки F4 и дифференциальное растапливающее петлевое устройство между двумя последними клетями. На выходе прокатного стана установлена подпольная моталка для смотки полосы.

Перед входом тонких слябов на стан горячей прокатки смонтировано устройство гидросбива окалины (применяется вода под высоким давлением). Сбиватель окалины обладает с верхней и нижней сторон по отношению к полосе двумя регулируемыми по высоте рядами оросительных балок с максимальным давлением воды 380 бар. Таким образом перед деформацией окалина надежно удаляется. На стане горячей прокатки был осуществлен ряд мероприятий для того, чтобы подавить новое образование окалины. Прежде всего необходимо минимизировать возникновение особо твердой гематитовой третичной окалины с ее негативным влиянием на износ валков поверхность полосы.

Перед клетью F1 и между клетями F1 и F3 были установлены соответствующие охлаждающие устройства, которые специально выполнены с учетом требований к материалам с критической поверхностью.

Исходя из этого на передних клетях применяя смазку межвалкового зазора (F2–F4) и зачистные устройства (F1–F4). Смазка межвалкового зазора снижает уровень усилия прокатки и подавляет при уменьшении толщины склонность к вибрационным явлениям. Благодаря направленному охлаждению поверхности полосы при ее прохождении через зачистное устройство перед подачей в межвалковый зазор минимизируется зачистка валков, что также способствует удлинению срока службы рабочих валков. Следующий потенциал состоит в применении в будущем рабочих валков из HSS-сталей (высокопрочных сталей) в первых клетях и износостойких рабочих валков в последних клетях.

Рис. 4 показывает шестиклетьевой CSP-стан горячей прокатки. Ламинарное охлаждение в соединении

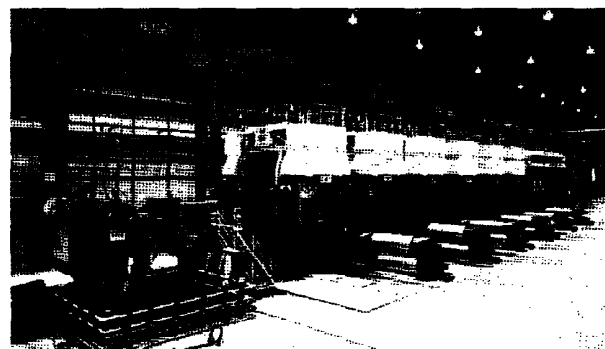


Рис. 4. Шестиклетьевой CSP-стан горячей прокатки

с линией прокатки состоит из десяти охлаждающих групп и располагает системой Edge-Masking, которая улучшает плоскостность холоднокатаной полосы и механические свойства вблизи кромок полосы.

Сдвоенная непрерывная линия травления — прокатки. На сдвоенной непрерывной линии травления — прокатки могут обрабатываться полосы с исходной толщиной 1,4–5 мм. Основные технические данные линии приведены ниже:

Агрегат травления, скорость на входе, м/мин	450
Агрегат травления, скорость процесса, м/мин	150
Непрерывный стан холодной прокатки, скорость на выходе, м/мин	1250
Усилие прокатки, МН (макс.)	30
Масса рулона, т (макс.)	40

На входе в линию полосы соединяются с помощью сварочной машины, так что обеспечивается непрерывное производство. Сначала разрушается окалина благодаря применению правки растяжением и улучшается плоскостность полосы. Затем при турбулентном травлении полоса освобождается от окалины. В разработанном компанией SMS Demag способе турбулентного травления полоса проходит через травильную емкость (ванну), заполненную различными кислотами. Через инжекцию (распыление) кислот с входной и выходной сторон в плоском травильном канале возникает турбулентция, которая дополнительно усиливает процесс травления. Посредством температуры кислоты, скорости полосы, а также объема потока и давления распыления можно точно контролировать процесс травления, так что для всех материалов может быть достигнут идеальный результат.

Часть полос после травления выводится из производственного процесса и продается как травленая и промасленная горячекатаная полоса. Остающиеся в производстве полосы поступают на пятиклетевый непрерывный стан, где прокатываются до конечной толщины 1,4–0,28 мм. Клетки кварто оборудованы современными измерительными, установочными и регулируемыми системами. На всех клетях предусмотрена технология SVC+ с положительным и отрицательным изгибом рабочих валков. Установленные на выходе ролики для измерения плоскостности вместе с многозонным охлаждением и установочными механизмами обеспечивают оптимальную плоскостность.

Для получения превосходной сухой поверхности полосы без остатков прокатной эмульсии за последней клетью стана установлена специальная система сушки (Dry-Strip-система). Она освобождает полосу без какого-либо механического воздействия через контролируемый поток воздуха (сдувания и всасывания) от эмульсии.

Линия инспекции (Rotary Inspect), работающая в потоке, обеспечивает контроль качества поверхности непосредственно на установке, т. е. на ранней стадии. Контроль в потоке осуществляется за моталками на выходе из непрерывного стана. Ножницы



Рис. 5. Линия контроля (Rotary Inspect) в потоке

поперечной резки установки для смотки отрезают образцы, которые транспортируются через магнитный транспортер к инспектирующему устройству. Образцы зажимаются на столе, который позволяет вращать их вокруг продольной оси, так что могут быть проконтролированы и верхняя, и нижняя стороны без перемещения образцов. Это снижает риск образования царапин и повышает точность результатов контроля (рис. 5).

Непрерывный агрегат горячего цинкования. Непрерывное горячее цинкование также проводится с учетом требований к высококачественным стальным полосам. Перед цинкованием сваренный в бесконечную ленту материал обезжиривается, очищается и подвергается рекристаллизационному отжигу. Затем материал проходит ванну с цинком. Толщина цинкового слоя точно устанавливается с помощью воздушного ножа. Для сталей GA-качества к цинковой ванне подключается печь гальванизации.

Оцинкованная полоса после охлаждения может быть прокатана в дрессировочной клетке кварто, установленной в потоке, с максимальным усилием прокатки 13 кН. Затем следуют машина правки растяжением и установки обработки для продукции из стали, содержащей фосфор и свободной от хроматов.

IPQS. Одновременно с большим числом отдельных технических и технологических мер, направленных на обеспечение высокого качества продукции, на предприятии Severstal Columbus была установлена также система IPQS (Integrated Product Quality System). При этом мощном инструменте для обеспечения качества в центре внимания стоят комплексное, охватывающее все ступени процесса наблюдение и обработка технических и технологических данных, а также их соотношение со свойствами продукции. Таким образом, Severstal Columbus имеет в распоряжении систему, которая может осуществлять корреляцию результатов качества с параметрами всего процесса и тем самым является основой для разработки производственной стратегии, ориентированной на качество продукции.

Основу системы IPQS образует банк данных качества, в котором охвачены все относящиеся к качеству технологические данные, данные контроля, а также генерированные в моделях качества

данные. В течение длительного периода времени всем пользователям системы предоставляются в распоряжение данные в комплексной, ориентированной на продукцию форме. Рабочая платформа позволяет осуществлять подбор любых оценок из этого фонда данных. Одновременно с функциями фильтрации и статистики в распоряжении имеются многочисленные таблицы и диаграммы разных типов.

В качестве инструмента контроля и управления система IPQS уже во время производства оповещает о том, имеются ли отклонения от необходимого качества. Установленное отклонение может быть использовано для перепланирования (переналадки) за короткий срок, чтобы снизить отходы в брак. Система IPQS может быть интегрирована как структурный элемент в любую среду по переработке данных.

Реализация

Первые контакты между ответственными представителями Severstal Columbus и SMS Demag состоялись уже в 2003 г. Одновременно с техническим проектированием установок специализирующаяся на требовательных проектах (финансы — сервис) группа компаний SMS Demag начала с проработки концепции финансирования и успешно организовала это [2].

В сентябре 2005 г. была осуществлена выдача заказа компании SMS Demag. Соответствующие качеству компоненты, например станины прокатных клетей, моталки и приводы, были изготовлены на предприятиях собственно компании SMS и подвергнуты широкому тестированию.

Автоматизация была проверена перед поставкой с концепцией «включи и работай» («Plug & Work») компанией SMS Demag. Тесты «Plug & Work» проводятся с применением средств программного и аппаратного обеспечения оригинального объема поставок и симулируют комплексный производственный процесс в режиме реального времени. Для этого используют конструкции, ориентированные на специфику заказчиков, и любые геометрические параметры, кинематические и динамические характеристики каждого агрегата установки, а также функции приборных панелей, расположенных на агрегате, переводят в моделирование в следующем автоматическом проекте процесса, в отношении которой тестируется система автоматизации. Таким образом, реальность можно воспроизвести настолько точно, насколько это возможно, и система автоматизации оптимизируется уже перед вводом в эксплуатацию на производстве.

Работы по конструированию начались в конце 2005 г. сразу же после передачи заказа. В июле 2006 г. конструкторские работы продвинулись так далеко, что можно было приступить к сооружению установок. Планирование времени на монтаж и ввод в эксплуатацию отдельных участков установки следовало стапельной концепции. В качестве первого агрегата в эксплуатацию была введена 21 декабря 2006 г. ли-

ния травления. Это дало предприятию Severstal Columbus возможность закупать горячекатаную полосу, чтобы подвергать ее травлению и промасливанию. В мае 2007 г. за линией травления последовал ввод в эксплуатацию непрерывного стана холодной прокатки и установленного вне потока стана. Со сталеплавильным цехом и CSP-установкой в августе 2007 г. было введено в эксплуатацию основное звено нового производственного комплекса. В конце ноября 2007 г. последовал ввод в действие непрерывной линии горячего цинкования.

Производственные результаты CSP-установки

28 августа 2007 г. на CSP-установке предприятия Severstal Columbus был прокатан первый рулон, освоение проходило согласно плану и чрезвычайно быстро, так что уже в апреле 2008 г., т. е. спустя восемь месяцев после ввода в эксплуатацию, была достигнута запланированная производительность — 112500 т/мес (рис. 6).

Период освоения CSP-установки на предприятии Severstal Columbus был самым коротким в истории развития технологии CSP. Это отчетливо показывает преимущества поставки механического оборудования из одних рук (от одного поставщика) и предусмотренный ввод в эксплуатацию по принципу «включи и работай». CSP-установка предприятия Severstal Columbus стала второй (после установки компании Jinquan Iron and Steel (Jisco), Китай) установкой, для которой все электрооборудование и системы автоматизации были поставлены компанией SMS Demag. Очень быстрый ввод в эксплуатацию CSP-установки уже на предприятии компании Jisco был более ускорен на предприятии Severstal Columbus.

На рис. 7 и 8 представлено распределение производства продукции по толщине и ширине в первые семь месяцев после ввода в эксплуатацию CSP-установки.

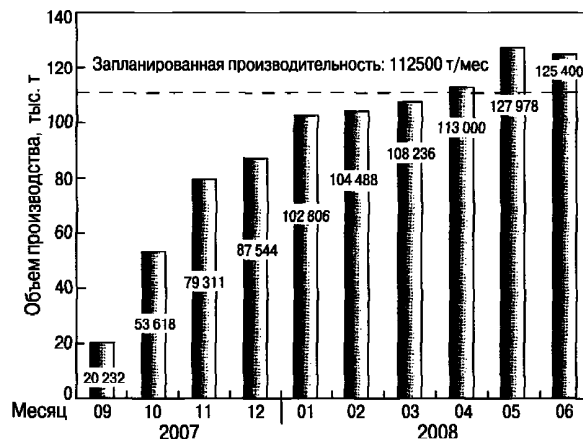


Рис. 6. Развитие производства на CSP-установке предприятия Severstal Columbus

В отношении геометрии полосы на стадии ввода в эксплуатацию были достигнуты очень хорошие результаты, как показывает оценка всех 4052 прокатанных полос в январе 2008 г. (рис. 9, 10, 11).

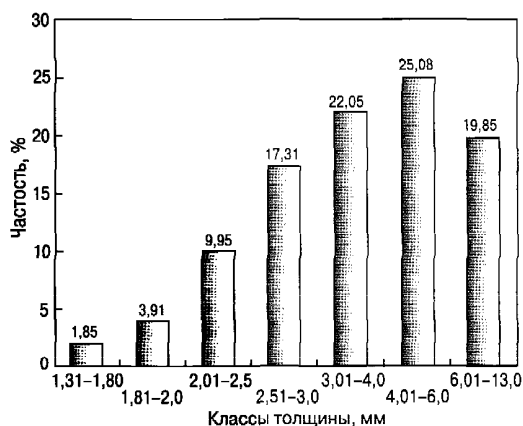


Рис. 7. Распределение продукции по классам толщины (август 2007 г. — февраль 2008 г.)

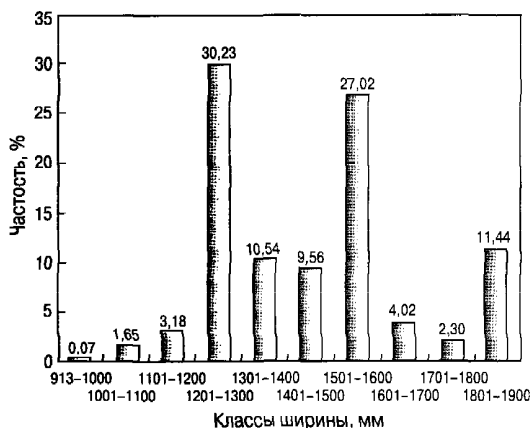


Рис. 8. Распределение продукции по классам ширины (август 2007 г. — февраль 2008 г.)

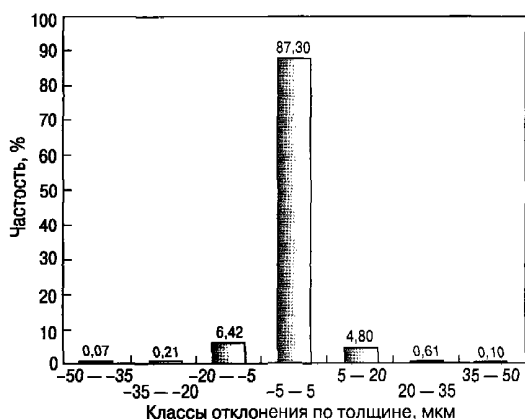


Рис. 9. Точность по толщине всей произведенной в январе 2008 г. продукции

Выводы

После успешного ввода в эксплуатацию, быстрого подъема производства и хорошего выхода годной

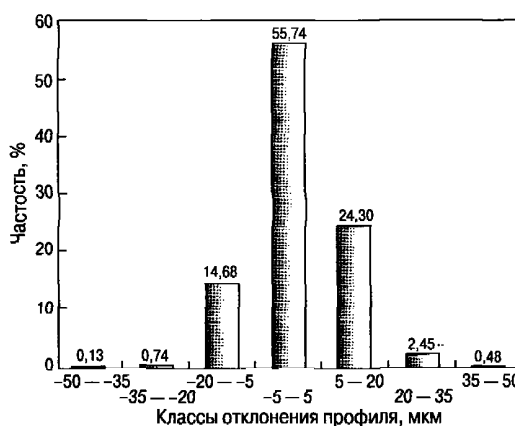


Рис. 10. Точность профиля всей произведенной в январе 2008 г. продукции

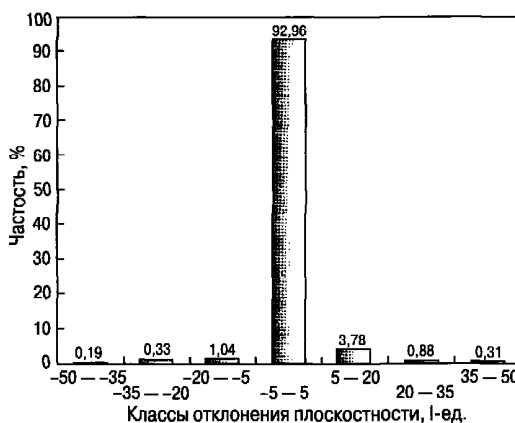


Рис. 11. Допуски на плоскостность всей продукции, произведенной в январе 2008 г.

продукции на рынок США предприятие Severstal Columbus было готово закончить расширение производственного комплекса.

Мощность сталеплавильного производства со второй электродуговой печью, дополнительной установкой печь-ковш и расширенными вакуумными насосами для установок дегазации была удвоена. Соответственно была повышена производительность стана горячей прокатки полосы благодаря строительству второй CSP-установки и второй моталки. Производительность травления была увеличена примерно до 2,2 млн. т/год в результате сооружения четвертой травильной ванны и травильной башни. На участке горячего цинкования производительность возросла примерно до 900 тыс. т/год за счет второй производственной линии.

Библиографический список

1. *Samways, N. L.*: Iron & Steel Techn. 4 (2007) Nr. 10, S. 41/65.
2. *Sprenger, A.; Prichard, L. C.; Haupt, J. O.*: stahl u. eisen 126 (2006) Nr. 12, S. 39/45.