

## НОВЫЙ РЕВЕРСИВНЫЙ КВАРТО СТАН ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ «1400» И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЦЕХА ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ООО «ВИЗ-СТАЛЬ»

### THE NEW FOUR-HIGH REVERSING COLD ROLLING MILL «1400» AND ITS USING FOR RECONSTRUCTION OF COLD ROLLING SHOP OF LLC «VIZ-STEEL»

Пузанов М.П., Урицкий А.Г.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина». 620002, Россия, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: kanc@urfu.ru.

This report is devoted to description of new rolling mill in the enterprise LLC «VIZ-Steel». The assessment of the topic's relevance and some information about the reconstruction of «VIZ-Steel» are in the introduction of this article. In the text there is information about the rolling mill's structure and its features. There are data of the elastic deformation of mill's main elements and the value of mill's stiffness coefficient. The article describes different variants of using of the mill in the technology of electrical steel producing in the cold rolling shop of «VIZ-Steel».

ООО «ВИЗ-Сталь» является одним из ведущих производителей холоднокатаной электротехнической стали, крупнейшим производителем трансформаторной стали в России. В цехе холодной прокатки (ЦХП) «ВИЗ-Сталь» главным образом реализуется выпуск электротехнической анизотропной стали (ЭАС), в гораздо меньших объёмах присутствует производство электротехнической стали обладающей изотропией магнитных свойств. В январе 2007 года на предприятии началась реализация программы технического перевооружения производства и развития. Целью принятой программы является улучшение потребительских характеристик продукции, увеличение доли выпуска металла высших марок, повышение культуры и безопасности труда. В ходе реализации данной программы повышался уровень автоматизации участвующих в производстве механизмов и машин за счет установки современных систем контроля и управления, были обновлены элементы печного, травильного, транспортного и режущего оборудования, а также улучшены аппараты, отвечающие за осуществление окончательного контроля качества продукции. «ВИЗ-Сталь» развивает и ресурсосберегающие технологии, например, в настоящее время реализуется проект по строительству установки риформинга природного газа. Технология риформинга требует в 37 раз меньше энергозатрат, чем метод получения водорода электролизом. Помимо модернизации уже существующего оборудования на «ВИЗ-Сталь» вводилось в эксплуатацию и совершенно новое. Основным звеном в технологической цепочке производства электротехнической стали, где была запланирована установка новых производственных агрегатов является прокатное производство. В 2011 году был введён в эксплуатацию современный вальцешлифовальный станок производства компании Herkules (Германия), который способен обеспечивать высокую точность обработки прокатных валков. В новом агрегате применена технология, позволяющая шлифовать валки со сложными выпуклыми и вогнутыми профилями, а также в автоматическом режиме измерять и

корректировать профиль валков в процессе шлифования. Новое шлифовальное оборудование поставлялось под реализацию главного модернизационного проекта предприятия. Летом 2012 года в рамках запланированных мероприятий по освоению технологии выпуска высокопроницаемой трансформаторной стали был завершён монтаж современного одноклетевого реверсивного кварто стана холодной прокатки «1400» фирмы «Andritz Sundwig».

Как известно, электротехническая анизотропная сталь обладает ребровой текстурой, наличие которой является одним из главных факторов влияющих на магнитные свойства ЭАС. Ребровая текстура формируется в процессе вторичной рекристаллизации протекающей при высокотемпературном отжиге и при предшествующей отжигу холодной прокатке. В настоящее время существует предположение, что реверсивная прокатка оказывает более благоприятное влияние на формирование ребровой текстуры в металле, чем непрерывная прокатка, но признанных работ посвящённых исследованию этого вопроса пока что нет. Внедрение технологии производства ЭАС при которой прокатка будет осуществляться на новом установленном в ЦХП реверсивном стане кварто позволит произвести мониторинг магнитных свойств получаемой новым способом продукции. Анализ собранных таким образом данных позволит получить первоначальные сведения о влиянии реверсивной прокатки на формирование в стали ребровой текстуры. Таким образом, новый стан «1400» выступающий в роли оборудования для проведения инженерного эксперимента в промышленных условиях представляет интерес с научной точки зрения.

Стан конструкции «Andritz Sundwig» представляет собой одноклетевой реверсивный кварто стан холодной прокатки. Максимальное усилие прокатки составляет 20 МН. Максимальный момент прокатки равен 106 кН·м. Стан оборудован разматывателем и моталкой. Значение абсолютного натяжения полосы создаваемого на моталке: 13-220 кН. Максимальная скорость прокатки 1000 м/мин. Приводными являются рабочие валки. Привод

рабочих валков осуществляется от двух электродвигателей через шестерённую клеть. Поскольку главная линия стана не оборудована редуктором, то мощность главного привода клетки определяется лишь мощностью двух электродвигателей и равняется  $2 \times 3200$  кВт. Частота вращения вала электродвигателя:  $0 \div 600$  об/мин. Корпус рабочей клетки собран из двух литых станин смонтированных на плитовинах при помощи фундаментных болтов М72. Между собой станины стянуты балками квадратного сечения. Общий вид рабочей клетки представлен на рис. 1.

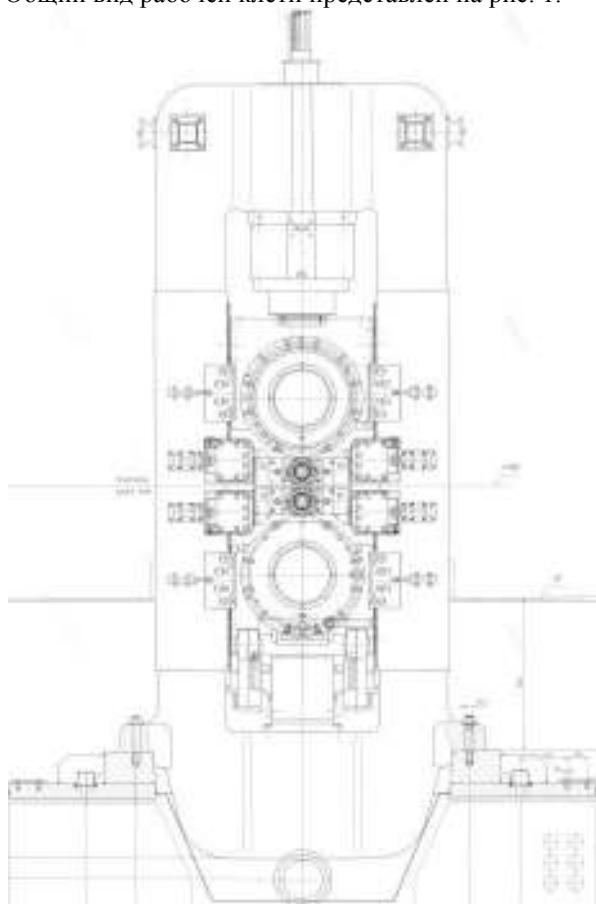


Рис. 1

Рабочие и опорные валки выполнены из термически улучшенной стали марки 86CrMoV7 (отечественный аналог сталь марки 7ХФ). Параметры опорного валка: диаметр бочки валка – 1150(1050) мм, длина бочки валка – 1200 мм, предел прочности материала –  $1050 \div 1150$  МПа, твёрдость материала бочки –  $51,5 \div 54,5$  HRC. Опорные валки установлены в двухрядных роликовых подшипниках качения. Параметры рабочего валка: диаметр бочки валка – 290(260) мм, длина бочки валка – 1400 мм, предел прочности материала –  $1050 \div 1150$  МПа, твёрдость материала бочки – 62 HRC. Рабочие валки установлены в двухрядных роликовых подшипниках качения. Приводное окончание рабочего валка выполнено в виде шлицевого вала помещённого в длинную шлицевую муфту, с которой с другой стороны с помощью дополнительного фланца скреплён шпиндель. Шлицевая муфта помимо соединения рабочих валков с шпинделями выполняет ещё одну

важную функцию. Муфта работает в качестве гидравлического цилиндра, в который под давлением подаётся рабочая жидкость, которая перемещает внутри муфты приводное окончание рабочего валка. Таким образом, осуществляется перемещение рабочих валков в осевом направлении. Длина хода перемещения составляет 200 мм. Бочки рабочих валков имеют S-образную профилировку, которая обеспечивает управление профилем полосы в процессе прокатки, как показано на рис. 2. Два валка принудительно перемещают в осевом направлении противоположно друг другу. При этом по необходимости достигается получение прямоугольной, выпуклой или вогнутой формы межвалкового зазора.

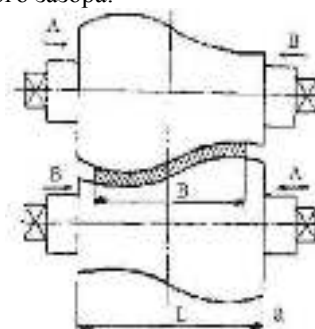


Рис. 2

В рассматриваемой клетке установлено гидравлическое нажимное устройство. Гидравлический поршень является дифференциальным и способен перемещаться в гидравлическом цилиндре вверх и вниз. Поршень скреплён с подушкой верхнего опорного валка через дополнительный фланец винтами, поэтому клеть не нуждается в установке уравновешивающего устройства. Уравновешивание верхнего рабочего валка осуществляется четырьмя пневматическими цилиндрами, которые вмонтированы в подушку нижнего рабочего валка. Параметры гидравлического нажимного устройства: диаметр внешней ступени поршня – 650 мм, внутренний диаметр цилиндра – 760 мм, диаметр штока – 160 мм, рабочее давление – 240 бар, длина хода поршня – 320 мм, скорость хода поршня под нагрузкой – 3 мм/мин, скорость хода поршня без нагрузки вверх – 20 мм/мин, скорость хода поршня без нагрузки вниз – 10 мм/мин.

Клеть снабжена специальным механизмом для перевалки опорных валков. Смена валков осуществляется комплектно. Комплект опорных валков, стоящий в клетке оборудован восьмью роликами со стороны каждой шейки и установлен на клиновидных салазках. Клиновидные салазки имеет привод в виде гидравлического цилиндра, таким образом, изменяется положение комплекта опорных валков по высоте. При перевалке клиновидные салазки опускаются и выравниваются по высоте с перевалочной ямой, оборудованной прямолинейными салазками. Перемещение комплекта опорных валков в перевалочную яму с клиновидных салазок осуществляется гидравлическим толкателем. Перемещение

комплектов опорных валков из перевалочной ямы происходит с помощью мостового крана.

При анализе конструкции стана был определено значение коэффициента жёсткости клетки. Коэффициент жёсткости клетки стана «1400» равен 7800 кН/мм, он рассчитан по методике предложенной в работе «Расчеты рабочих клеток прокатных станов» Шилов В.А., Инатович Ю.В. Жёсткость клетки отвечает требованиям для современных тонколистовых станов холодной прокатки. Распределение значений упругих деформаций, которые получены в ходе расчёта коэффициента жёсткости при силе прокатки равной 20 МН, по элементам клетки представлены в табл. 1.

Распределение значений упругих деформаций по элементам клетки

Таблица 1

Элемент клетки	Значение упругой деформации, мм
Валки	1,780
Подушки	0,039
Подшипники опорных валков	0,114
Нажимной устройство	0,081
Станина	0,550

Приведём краткое описание технологического процесса прокатки осуществляемого на стане «1400». Установка рулона на стеллаж рулонов осуществляется краном. Транспортёр с шагающей балкой забирает рулон и подаёт его в печь предварительного нагрева. После нагрева рулона до температуры ниже температуры рекристаллизации транспортёр передаёт нагретый рулон так, чтобы тележка задачи рулонов на барабан размотывателя смогла взять со стеллажа нагретый рулон. Затем рулон в толчковом режиме поднимается на высоту оси барабана и задаётся на размотыватель. После размотки барабана размотывателя и подвода прижимного ролика рулон проворачивается так, чтобы передний конец смог переместиться на направляющий стол подающего ролика правильного устройства.

При вращении барабана размотывателя и с помощью подведённого прижимного ролика передний конец полосы в толчковом режиме подаётся от правильного устройства по направляющей проводке в зону раскрытого подающего ролика входного стола. Затем приводы (размотыватель и прижимной ролик) останавливаются, подводится подающий ролик входного стола. Затем включается привод входного подающего ролика, а привод размотывателя начинает работать на заправочной скорости. Передний конец полосы подаётся с помощью проводкового устройства по прокатной клетке к выходному прокатному столу. По подведённой направляющей проводке полоса подаётся до моталки, и её передний конец захватывается с помощью ремённого захлестывателя. Примерно после двух-трёх витков создаётся необходимое натяжение. Автоматически включается счётчик

витков. Затем разводятся подающие ролики, прижимной ролик моталки позиционируется на расстоянии около 50 мм от полосы, сводятся отжимные ролики, а входные направляющие проводки перемещаются в исходную позицию. Таким образом, происходит процесс заправки полосы.

После нажатия клавиши пуска прокатный стан ускоряется до предварительно выбранной скорости. Перед ускорением соответствующие предохранительные устройства (защитные ворота) устанавливаются в их рабочее положение. Включаются требуемые вспомогательные функции: подача эмульсии, обдув полосы и вытяжная установка. К концу рулона скорость прокатки замедляется автоматикой или оператором. Концы полосы  $\geq 1$  мм могут быть раскатаны. Концы полосы  $\leq 1$  мм остаются зажатыми на барабане размотывателя. Вспомогательные функции включаются в соответствии с направлением прокатки. После достижения окончательной толщины полосы задний конец полосы зажимается на моталке с помощью прижимного ролика.

После завершения операции по смотке рулона тележка съёма рулонов с пониженным давлением подводится под рулон. После сжатия барабана моталки и отвода прижимного ролика в толчковом режиме выводится из зоны агрегата на тележке съёма рулонов и укладывается на стеллаж готовых рулонов. Готовые рулоны на моталке линии перемотки обвязываются вручную и транспортируются дальше цеховым краном.

Часовая производительность стана зависит от начального размера прокатываемой полосы и лежит в интервале от 10,4 до 12,1 т/час.

В настоящее время на предприятии «ВИЗ-Сталь» прокатка осуществляется на двух станах с обезуглероживающим отжигом между ними. Прокатка полосы на промежуточную толщину осуществляется на непрерывном четырёхклетевом кварто стане «1300», а на окончательную толщину на двадцативалковом реверсивном стане «1200». Таким образом, возможны следующие варианты реализации технологии прокатки ЭАС в ЦХП «ВИЗ-Сталь» с использованием стана «1400»:

1. Весь процесс листовой прокатки осуществляется на стане «1400»;
2. Прокатка на предварительную толщину осуществляется на стане «1300», а на окончательную толщину на стане «1400»;
3. Прокатка на предварительную толщину осуществляется на стане «1400», а на окончательную толщину на стане «1200».

На сегодняшний день после запуска стана «1400» в ЦХП «ВИЗ-Сталь» реализуется прокатка по второму варианту.