



*The quality of output production has increased in the result of new arrangement of finishing train of block construction of rod mill of RUP «BMZ». Additional using in rolled line of reducing-sizing block at production of high-carbon rolled wire enabled to reduce the dispersion of mechanical characteristics, to decrease the depth of decarburized layer.*

*В. А. ЛУЦЕНКО, П. В. ТОКМАКОВ, В. Г. РАЗДОБРЕЕВ, ИЧМ НАН Украины,  
П. А. БОБКОВ, О. М. КИРИЛЕНКО, В. И. ГРИЦАЕНКО, РУП «БМЗ»*

УДК 621.771.25.06:669.141

## **ВЛИЯНИЕ КОМПОНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПРОВОЛОЧНОГО СТАНА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ КАТАНКИ**

Техническая политика на РУП «БМЗ» после пуска в 1984 г. мелкосортно-проволочного стана 320/150 была направлена на совершенствование технологии и модернизацию оборудования с целью увеличения производительности и повышения качества готовой продукции. При этом периодичность этапов реконструкции соответствовала основным положениям правил эксплуатации высокоскоростного прокатного оборудования, достигнутому мировым опытом.

Через 15 лет после ввода в эксплуатацию была выполнена реконструкция мелкосортно-проволочного стана 320/150, в результате которой был скомпонован самостоятельно работающий стан 150, доукомплектованный соответствующим основным и вспомогательным оборудованием [1]. Спустя два года были реконструированы участок охлаждения раската перед блоком чистовых клетей проволочного стана 150, линии водяного и воздушного охлаждения катанки, оборудование участка отделки мотков. Это позволило понизить температуру раската на входе в блок, а также повысить равномерность свойств катанки за счет интенсификации охлаждения на второй стадии за счет повышения скорости воздушного потока, развиваемого более мощными вентиляторами [2]. Кроме того, появилась возможность несколько увеличить массу мотка, а также улучшить товарный вид готовой продукции. Через пять лет после начала эксплуатации оборудования проволочного стана 150 проведены работы по установке после второй промежуточной группы двухклетьевого блока с целью разгрузки промежуточных групп. Одновременно с этим модернизирована линия предварительного охлаждения раската за счет удлинения секции водяного

охлаждения и участка выравнивания температуры по сечению раската, что позволило стабильно поддерживать температуру раската перед входом в десятиклетьевого проволочный блок.

В конце 2006 г. на РУП «БМЗ» была проведена очередная модернизация стана 150. В качестве аналога проведенной модернизации можно принять проволочный стан на заводе Quingdao (Китай) [3].

Целью работы являлось проведение анализа влияния реконструктивных мероприятий, выполненных на стане 150 РУП «БМЗ», на качественные характеристики получаемого готового проката.

В качестве основных компонентов модернизации необходимо выделить следующие:

- участки охлаждения и выравнивания температуры расположены перед проволочным и редуциционно-калибрующим блоком (РКБ), а также после него, что позволяет использовать комбинированную термомеханическую обработку (КТМО) с контролируемой прокаткой и охлаждением;
- проволочный блок и РКБ для прокатки катанки рассчитаны на высокие нагрузки и низкую температуру прокатки (930–1070 °С – в проволочном блоке и 750–1100 °С – в РКБ).

В настоящее время конечная часть проволочного стана 150 имеет в своем составе оборудование, объединенное следующей технологической схемой: линию предварительного охлаждения подката перед блоком, состоящую из двух секций водяного охлаждения, обеспечивающих охлаждение подката до 900–950 °С; десятиклетьевого чистового блок фирмы «Морган», обеспечивающий скорость прокатки до 90 м/с, где задействовано восемь клетей (первые две холостые, скорость на выходе 68 м/с).

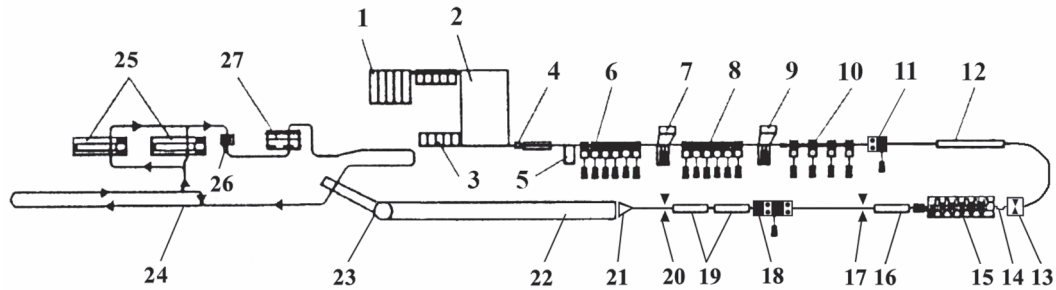


Рис. 1. Схема расположения основного технологического оборудования проволочного стана 150 РУП «БМЗ» после реконструкции (2007 г.): 1 – загрузочная решетка; 2 – нагревательная печь; 3 – разгрузочный рольганг (аварийный); 4 – установка удаления окалины; 5 – черновая группа клетей; 6, 8 – ротационные ножницы; 7 – первая промежуточная группа клетей; 9 – вторая промежуточная группа клетей; 10 – двухклетевой блок; 11 – секция водяного охлаждения подката перед блоком; 12 – трайб-аппарат; 13 – блок ножниц; 14 – горизонтальный петлеобразователь; 15 – проволочный блок; 16 – линия водяного охлаждения катанки; 17 – измеритель размеров проката; 18 – четырехклетевой редуционно-калибрующий блок; 19 – секция окончательного охлаждения проката; 20 – измеритель размеров проката; 21 – виткоукладчик; 22 – рольганг для воздушного охлаждения витков катанки; 23 – камера образования мотков; 24 – крюковой конвейер; 25 – устройство для прессования и обвязки мотков; 26 – весы; 27 – станция разгрузки мотков

За проволочным блоком установлена линия водяного охлаждения, состоящая из четырех форсунок прямооточного типа с водяной и воздушной отсечкой потока воды с поверхности проката. Раскат охлаждается до среднemasовых температур 850–950 °С и поступает в четырехклетевой РКБ фирмы «Морган», где прокатывается в катанку диаметром 5,5–9,0 мм и сортовой прокат диаметром 10,0–22,0 мм со скоростями прокатки до 110 м/с.

Готовый прокат транспортируется через линию окончательного водяного охлаждения и измеритель геометрии к виткоукладчику, который укладывает витки на роликовый транспортер, где осуществляется регулируемое охлаждение катанки вентиляторным воздухом с целью получения заданных температуры и механических свойств готовой продукции.

Схема расположения оборудования стана показана на рис. 1.

Таблица 1. Параметры химического состава, механических свойств, микроструктуры катанки диаметром 5,5 мм из стали 80 и требования НД, предъявляемые к ней

Средние значения параметров			Требования НД			
			РУП «БМЗ»	СЗАО «ММЗ»	зарубежные фирмы, потребляющие катанку	
Параметр	до реконструкции (без РКБ)	после реконструкции (с РКБ)	ЗТУ 840-03-2006	ТУ У 14-4-470-2000	Good Year I. M 180 E 17.12.04	Pirelli N.02B.002 N 18. V.001 N 02. B.002
C	0,828	0,827	0,80–0,85	0,80–0,84	0,82±0,02	0,80–0,84
Mn	0,52	0,519	0,40–0,70	0,40–0,60	0,5±0,055	0,44–0,56
Si	0,201	0,209	≤0,30	0,15–0,25		≤0,30
P	0,0059	0,0048	≤0,015	≤0,015		≤0,015
S	0,0091	0,0103	≤0,015	≤0,010		≤0,015
Cr	0,031	0,029	≤0,05	≤0,10		≤0,05
Ni	0,023	0,021	≤0,05	≤0,13		≤0,05
Cu	0,032	0,032	≤0,05	≤0,20		≤0,05
Al	0,0012	0,001	≤0,004	≤0,005		≤0,005
N <sub>2</sub>	0,0042	0,004	≤0,005	–		≤0,006
Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup> (цель)	1148	1138	1070–1210 (1140)	≤1250	1100–1200 (1150)	1180–1220
Относительное удлинение, %	14,2	14,4	≥10	≥8	–	–
Относительное сужение, %	36,98	38,2	≥30	≥27	32–48	≥35
Ликвация, балл	менее 3	менее 3	≤3	≤3		≤3
Обезуглероженный слой	0,10 мм	0,07 мм	max 0,10 мм	max 2%	–	max 2,5%
Размер действия зерна	№ 7–11	№ 6–9	не норм.	не норм.	не норм.	6–11 балл
Перлит	1 балл 90%	1 балл 85%	1–2 балл	1 балл ≥50%		1 балл ≥80%
Цементит	незамкнут	незамкнут	незамкнут	не норм.	–	до типа Б

Таблица 2. Прочностные свойства катанки диаметром 5,5 мм из стали 80 до и после реконструкции (с использованием РКБ)

Массив данных	Предел прочности, Н/мм <sup>2</sup>			Долевое количество, %, в интервале значений $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup>		
	минимум	среднее	максимум	<1115	1115–1165	>1165
Без РКБ	1090	1149	1220	5,21	73,24	21,55
С использованием РКБ	1070	1138	1210	14,42	75,11	10,47

Реконструктивные мероприятия дали возможность повысить рабочие скорости прокатки до 110 м/с и использовать процесс КТМО при производстве катанки из стали различного марочного и расширенного размерного сортамента, в том числе и высокоуглеродистой катанки диаметром 5,5 мм для металлокорда, с целью уменьшения неоднородности микроструктуры и повышения равномерности механических свойств.

Проанализированы свойства высокоуглеродистой катанки, произведенной на стане 150 РУП «БМЗ», до (без РКБ) и после реконструкции (с использованием РКБ). Средние значения механических свойств, глубина обезуглероженного слоя

и параметры микроструктуры кордовой катанки стали марки 80, а также требования различных нормативных документов (НД), предъявляемые к ней, приведены в табл. 1, 2.

Из табл. 1 видно, что требования, предъявляемые к высокоуглеродистой катанке, произведенной на РУП «БМЗ» [4], более жесткие в сравнении с требованиями по [5], которые используются СЗАО «ММЗ» для рынка стран СНГ и дальнего зарубежья.

Анализ механических свойств (табл. 2) показал, что катанка диаметром 5,5 мм из стали марки 80, подвергнутая КТМО, соответствовала требованиям как до, так и после реконструкции стана 150 РУП «БМЗ». Однако высокоскоростная КТМО высокоуглеродистой катанки с использованием РКБ с контролируемой прокаткой и охлаждением гарантирует при общем уменьшении разброса свойств снижение среднего значения предела прочности на 20 Н/мм<sup>2</sup> (рис. 2), что обеспечило выполнение требований НД [4].

Снижение прочности обусловлено величиной действительного зерна и дисперсностью перлита (табл. 2, рис. 3), на формирование которых при

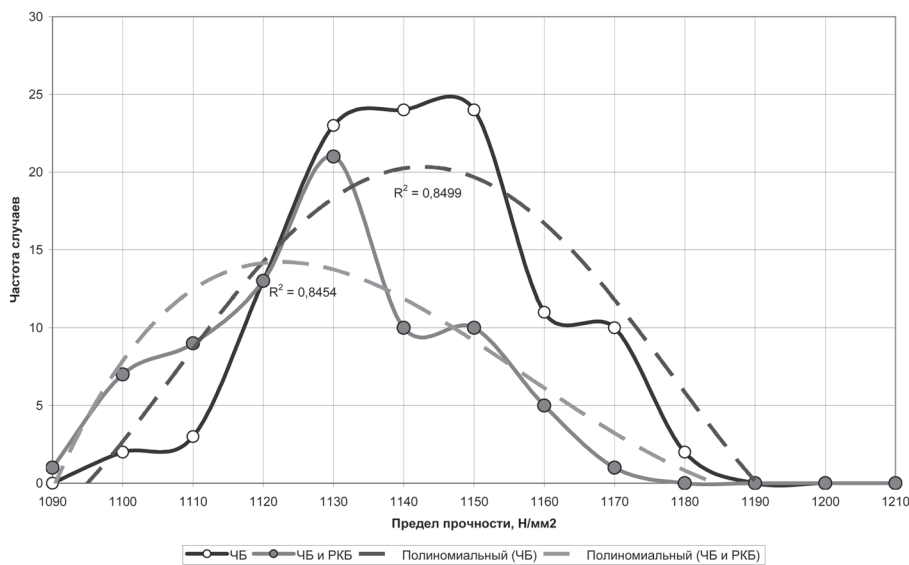


Рис. 2. Распределение относительных частот по пределу прочности катанки диаметром 5,5 мм из стали марки 80 с использованием ТМО с РКБ (●-●) и без РКБ (○-○)

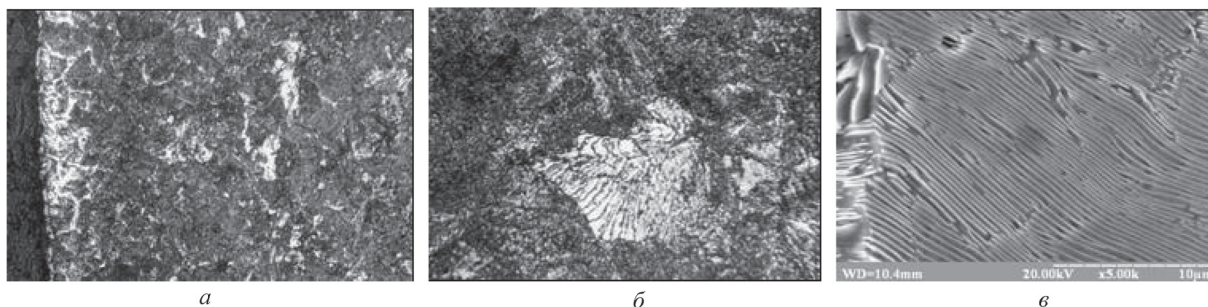


Рис. 3. Микроструктура поверхности (а) и центра (б, в) катанки диаметром 5,5 мм из стали марки 80, подвергнутой КТМО с использованием РКБ. а –  $\times 500$ ; б –  $\times 1600$

контролируемой прокатке и охлаждении влияют процессы статической рекристаллизации [6].

При прочих равных условиях основным фактором, влияющим на формирование поверхностных структур, является режим контролируемого охлаждения, при этом глубина распространения структур, формально определяющих частичное обезуглероживание катанки, зависит от температуры самоотпуска после водяного охлаждения на линии Стельмор и увеличивается с понижением этой температуры. Микроструктурный анализ выявил, что в катанке, изготовленной с использованием РКБ, количество перлита 1-го балла составляет 85% (табл. 1, рис. 3) в по-

верхности, обезуглероженный слой мал и равномерно распределен по периметру.

#### **Выводы**

В результате новой компоновки чистовой группы клетей блочной конструкции проволочного стана 150 РУП «БМЗ» повысилось качество выпускаемой продукции. Дополнительное использование в прокатной линии РКБ при производстве высокоуглеродистой катанки позволило снизить разброс механических свойств, уменьшить глубину обезуглероженного слоя с равномерным распределением по периметру, что соответствует лучшим зарубежным аналогам.

#### **Литература**

1. Совершенствование технологии и оборудования проволочного стана 150 / С. М. Жучков, А. А. Горбанев, Б. Н. Колосов и др. // *Металлургия. Республ. межвед. сб. науч. тр. Вып. 26*. Мн.: Выш. шк., 2002. С. 140–154.
2. Повышение равномерности охлаждения витков катанки на роликовом транспортере современного проволочного стана / С. М. Жучков, А. А. Горбанев, В. В. Филиппов и др. // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 2002. № 3. С. 44–47.
3. Контролируемая прокатка длинномерной продукции: современное состояние / Р. Эль, М. Крузе, Р. Оклиц, Д. Мерен, Ф. Райтман // *Черные металлы*. 2006. Октябрь. С. 60–65.
4. ЗТУ 840-03-2006 «Катанка стальная сорбитизированная для металлокорда, бортовой проволоки и проволоки для рукавов высокого давления». РУП «БМЗ» // Изменение 5. 2007.
5. ТУ У 14-4-470-2000 «Катанка сорбитизированная для металлокорда» // Изменение 2. 2003.
6. Особенности термомеханической обработки катанки в потоке стана 150 / В. А. Луценко, В. В. Парусов, Н. В. Андрианов и др. // *Сталь*. 2004. № 10. С. 68–70.