



Using a rolling line wire mill reducing-calibrating block the production of high-carbon wire rod subjected to combined thermomechanical treatment with controlled rolling and cooling, can reduce the spread of mechanical properties, reduce the depth of decarbonized layer with a uniform distribution in the surface of its rod on the perimeter; increasing the technological plasticity of rod in processing, virtually eliminating the formation of hardening structures on the surface during high-speed wire drawing.

В. А. ЛУЦЕНКО, ИЧМ им. З. И. Некрасова НАН Украины,
П. А. БОБКОВ, О. М. КИРИЛЕНКО, ОАО «БМЗ»,
О. В. ЛУЦЕНКО, ИЧМ им. З. И. Некрасова НАН Украины

УДК 621.785:621.771.25.06:669.15–194

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ КАТАНКИ В ПОТОКЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПРОВОЛОЧНОГО СТАНА 150 ОАО «БМЗ»

На современных проволочных станах вследствие разогрева при пластической деформации температура раската повышается и в конце прокатки составляет 1000–1100 °С. Для управления температурным режимом конец прокатки необходимо осуществлять в более широких пределах – от 750 до 1100 °С, при которых появляется возможность осуществления термомеханической обработки с контролируемой прокаткой и охлаждением, что позволит улучшить качественные характеристики катанки и повысить технологичность ее на последующем метизном переделе.

Техническая политика на ОАО «Белорусский металлургический завод» после пуска в 1984 г. мелкосортно-проволочного стана 320/150 была направлена на совершенствование технологии и мо-

дернизацию оборудования с целью увеличения производительности и повышения качества готовой продукции. При этом периодичность этапов реконструкции соответствовала основным положениям правил эксплуатации высокоскоростного прокатного оборудования. Через 15 лет была выполнена реконструкция мелкосортно-проволочного стана 320/150, в результате которой был скомпонован самостоятельно работающий стан 150. В конце 2006 г. была проведена модернизация хвостовой части стана 150 по аналогии с проволочным станом на заводе Qingdao (Китай) [1]. Схема модернизированного проволочного стана 150 приведена на рис. 1.

После модернизации новое оборудование позволяет при производстве проката использовать

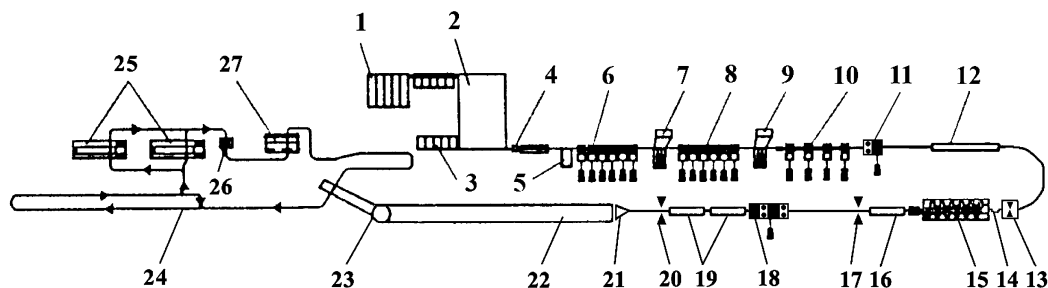


Рис. 1. Схема расположения основного технологического оборудования проволочного стана 150 ОАО «БМЗ» после реконструкции (2007 г.): 1 – загрузочная решетка; 2 – нагревательная печь; 3 – разгрузочный рольганг (аварийный); 4 – установка удаления окалины; 5 – черновая группа клетей; 6, 8 – ротационные ножницы; 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 редукционно-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

схему комбинированной термомеханической обработки (КТМО) с контролируемой прокаткой и контролируемым охлаждением, включающей линию предварительного охлаждения подката перед блоком с секцией водяного охлаждения раската (до температур 900–950 °С); десятиклетевой чистой блок (скорость прокатки до 100 м/с); линию водяного контролируемого охлаждения (до средне-массовых температур 850–950 °С); четырехклетевой редуционно-калибрующий блок (РКБ) фирмы «Морган» (скорость прокатки до 110 м/с), после которого катанка транспортируется через линию окончательного водяного контролируемого охлаждения, профилемер и виткоукладчик на роликовый транспортер, где осуществляется регулируемое охлаждение воздухом (от 1,0 до 20,0 °С/с) с целью получения необходимых свойств в готовой продукции.

Известно, что прочность перлитных сталей зависит не только от измельчения зерна, но и в значительной степени от содержания углерода. Для кордовой стали обычно применяют упрочнение за счет уменьшения межпластиночного расстояния путем повышения содержания углерода, однако следует учитывать, что это может привести к образованию цементитной сетки.

Целью работы являлось изучение особенностей влияния термомеханической обработки в потоке стана 150 на качественные характеристики готовой катанки.

При выполнении работы в качестве исследуемого материала использовали катанку диаметра 5,5 мм из высокоуглеродистой стали для производства металлокорда различной прочности по ЗТУ 840–03–2006 [2].

Проанализированы свойства высокоуглеродистой катанки различного химического состава, подвергнутой в потоке стана 150 КТМО с использованием РКБ и без него. Средние значения механических свойств, глубина обезуглероженного слоя и параметры микроструктуры для катанки из стали 70 и 80, а также требования различных нормативных документов (НД), предъявляемые к ней, приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, требования, предъявляемые к высокоуглеродистой катанке, произведенной на ОАО «БМЗ» [2], более жесткие в сравнении с требованиями к катанке по ТУ У 14–4–470–2000 [3], которые используются СЗАО «ММЗ» для рынка стран СНГ и дальнего зарубежья.

Анализ массива данных (коэффициент корреляции $R = 0,8–0,9$) механических свойств показал, что катанка диаметром 5,5 мм из высокоуглеродистой стали, подвергнутая КТМО, соответствовала требованиям [2] при любой схеме обработки. Однако высокоскоростная КТМО высокоуглеродистой катанки при использовании РКБ с контролируемой прокаткой и охлаждением при температурах выше A_1 обеспечивает при общем уменьшении разброса свойств снижение среднего значения вре-

Таблица 1. Параметры механических свойств и микроструктуры катанки диаметром 5,5 мм из стали марки 70 и 80 после КТМО и требования НД, предъявляемые к ней

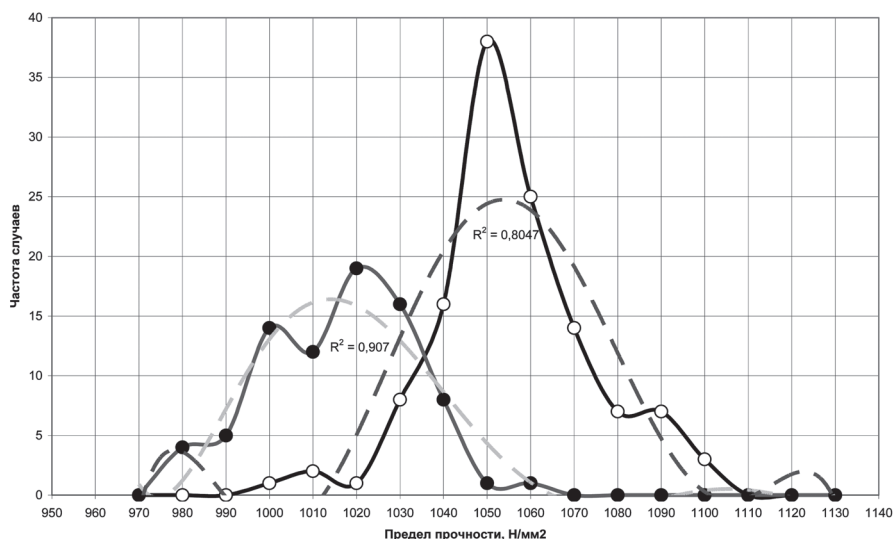
Контролируемые параметры	Сталь	Средние значения параметров после КТМО		Требования НД			
		без РКБ	с РКБ	ОАО «БМЗ»	СЗАО «ММЗ»	зарубежные фирмы, потребляющие катанку	
				ЗТУ 840-03-2006	ТУ У 14-4-470-2000	Beckaert GS-02-070 GS-02-002 *Good Year I. M 180 E 17.12.04	Pirelli N.02B.002 N 18. V.001 N 02. B.002
Временное сопротивление (цель), Н/мм ²	70	1050	1025	970–1130 (1035)	≤1160	1050–1180	980–1120
	80	1160	1140	1070–1210 (1140)	≤1250	1100–1200 (1150)*	1180–1220
Относительное удлинение, %	70	15,5	16,2	≥11	≥9	–	–
	80	14,2	14,4	≥10	≥8	–	–
Относительное сужение, %	70	42,4	45,5	≥35	≥30	≥40	≥35
	80	36,98	38,2	≥30	≥27	32–48*	≥35
Глубина обезуглероженного слоя, max мм (%)	70–80	0,10 мм	0,07 мм	max 0,10 мм	max 2 %	max 2,2 %	max 2,5 %
Размер действительного зерна	70	№ 7–10	№ 6–9	не норм	не норм	30 – 60 мкм	6–11 балл
	80	№ 7–11	№ 6–10				
Количество перлита 1-го балла, %	70	85	80	1 – 2 балл	1 балл ≥50 %	1 балл ≥80 %	1 балл ≥80 %
	80	≥85	≥80				
Цементит	70–80	не замкнут	нет	не замкнут	не норм.	не норм.	до типа Б

менного сопротивления на 20–25 Н/мм² (рис. 2), что гарантирует выполнение требований НД [3].

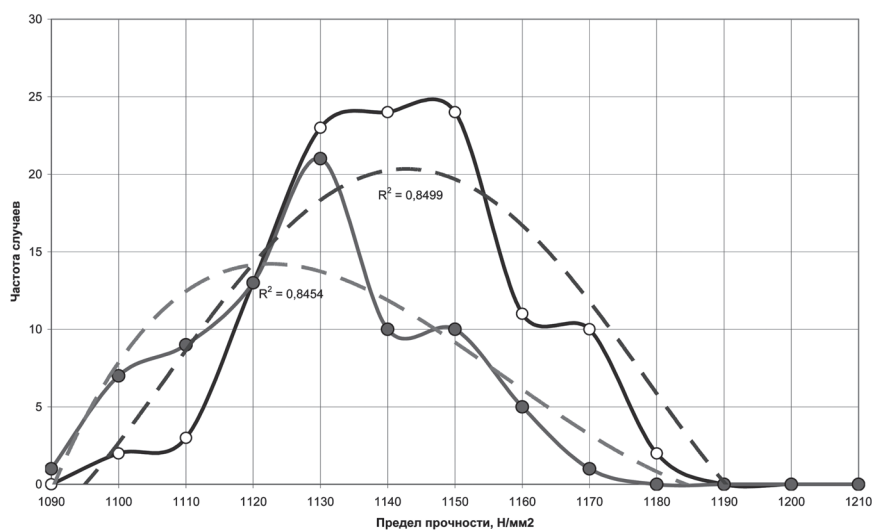
Известно [4], что если металл подвергать последеформационным выдержкам при температурах, немного ниже температуры конца горячей деформации, то в нем могут протекать процессы метадинамической рекристаллизации, статической полигонизации или статической (повторной) рекристаллизации, при которых избыточная плотность дислокаций будет ликвидирована в результате миграции большеугловых границ. При КТМО с использованием РКБ при температурах выше A_1 наиболее полно проходят процессы повторной рекристаллизации [5], развитие которых приводит к повышению величины действительного зерна, снижению дисперсности перлита и прочностных свойств высокоуглеродистой катанки (табл. 1).

Рост аустенитного зерна обуславливает снижение диффузии углерода и уменьшение видимого обезуглероженного слоя, при этом контролируемое охлаждение обеспечивает равномерное распределение его в поверхности катанки по периметру (рис. 3)¹. В поверхностных слоях катанки происходит образование эвтектоида с тонкими пластинами и мелкими глобулями цементита. Катанка с такой структурой проявляет структурную наследственность и при скоростном волочении обеспечивает малую чувствительность поверхностного слоя к образованию закалочных структур («белых зон»), которые обладают пониженной пластичностью и способствуют образованию суб- и микротрещин, развитие которых сопровождается обрывами.

¹ При участии А. И. Сивак.



а



б

Рис. 2. Распределение относительных частот по пределу прочности катанки диаметром 5,5 мм марки 70К (а) и 80К (б), подвергнутой КТМО с использованием РКБ (—●—) и без него (—○—)

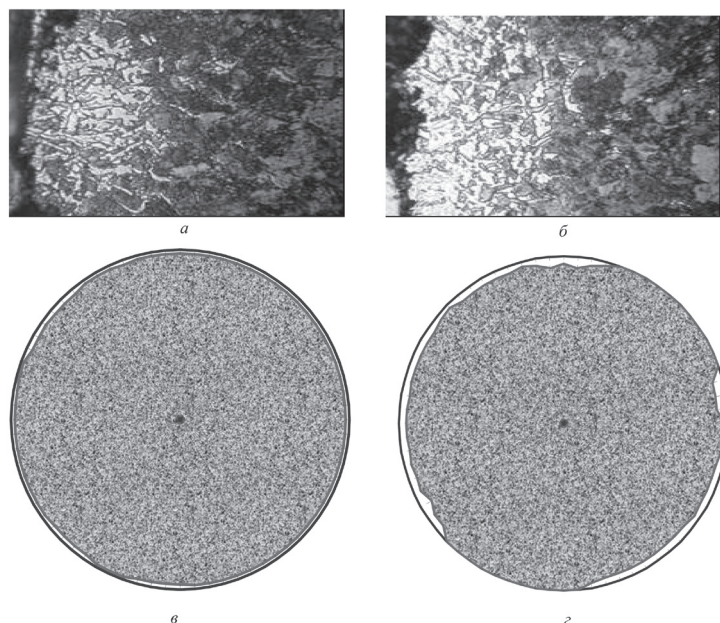


Рис. 3. Микроструктура поверхности (а, б) и схематическое распределение обезуглероженного слоя по периметру катанки (в, з) из стали 70 после КТМО с использованием РКБ (а, в) и без РКБ (б, з). а, б – $\times 800$

Выводы

Дополнительное использование в прокатной линии стана 150 ОАО «БМЗ» редуционно-калибрующего блока при производстве высокоуглеродистой катанки, подвергнутой комбинированной термомеханической обработке с контролируемой прокаткой и охлаждением, позволило снизить разброс механических свойств, уменьшить глубину обезуглероженного слоя с равномерным распределением

его в поверхности проката по периметру, что является одним из достоинств такой катанки.

Наличие в поверхностных слоях катанки квази-эвтектоида в виде пластинчатого перлита и цементита глобулярной формы позволяет, с одной стороны, повысить технологическую пластичность катанки при переработке, а, с другой – практически исключает образование закалочных структур на поверхности проволоки при скоростном волочении.

Литература

1. Контролируемая прокатка длинномерной продукции: современное состояние / Р. Эль, М. Крузе, Р. Оклиц, Д. Мерен, Ф. Райтман // Черные металлы. 2006. С. 60–65.
2. ЗТУ 840–03–2006 «Катанка стальная сорбитизированная для металлокорда, бортовой проволоки и проволоки для рукавов высокого давления». РУП «БМЗ». Изменение 5. 2007. 10 с.
3. ТУ У 14–4–470–2000 «Катанка сорбитизированная для металлокорда». Изменение 2. 2003.
4. Бернштейн М. Л., Займовский В. А., Капуткина Л. М. Термомеханическая обработка стали. М.: Металлургия, 1983.
5. 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.