



УДК 621.311.16

Поступила 04.04.2013

Е. А. ПЕРЕТЯГИНА, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»,
В. А. ЛУЦЕНКО, ИЧМ НАН Украины, А. В. ВЕНГУРА, П. А. БОБКОВ,
В. В. САВИНКОВ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОРБИТИЗАЦИИ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ КАТАНКИ В ПОТОКЕ СТАНА 150 ОАО «БМЗ – УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «БМК»

Изучены особенности структурообразования стали 80К после аустенитизации с последующим охлаждением со скоростью ~15 °С/с в течение 1–20 с и окончательным охлаждением в воде. Разработаны и внедрены на стане 150 ОАО «БМЗ – УКХ «БМК» научно обоснованные энергосберегающие режимы стабилизации высокоуглеродистой катанки, которые позволяют снизить энергозатраты при сохранении темпа производства и обеспечении необходимых качественных и технологических показателей.

Peculiarities of structure formation of steel 80K after austenitization with the subsequent cooling with speed ~15 °C/sec within 1–20 seconds and with final cooling in water are studied. The scientifically reasonable energy saving models of a sorbitizing of high-carbon wire rod, which allow to lower energy consumption while maintaining the pace of productions and provision of the necessary quality and process performance are developed and implemented on the mill 150 OJSC «BSW – МНС «ВМС».

В современных экономических условиях актуальным является повышение конкурентоспособности производимой продукции. Учитывая высокие цены на энергоносители, для современного металлургического производства, в том числе и на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» («БМЗ – УКХ «БМК»)), первоочередной задачей является разработка энергосберегающих процессов, которые обеспечат необходимые качественные показатели изготавливаемой металлопродукции при снижении затрат.

На стане 150 «БМЗ – УКХ «БМК» производится катанка широкого марочного и размерного сортамента. В процессе производства в технологической линии стана 150 металл подвергается термомеханической обработке (ТМО), при которой формируется структура с повышенной плотностью кристаллических несовершенств, определяющих комплекс свойств готовой катанки [1,2]. Поэтому при производстве катанки необходимо учитывать специфику термомеханической обработки и при изготовлении высокоуглеродистых марок сталей использовать режимы, при которых формируются структура и свойства, близкие к характеристикам патентованного металла [3,4].

С целью создания энергосберегающих режимов сорбитизации, которые обеспечат необходимые

качественные показатели изготавливаемой катанки при сохранении темпа производства и снижении затрат, были проведены исследования влияния температурно-временных условий охлаждения на распад аустенита высокоуглеродистой стали 80К.

Образцы катанки стали 80К подвергали аустенитизации с последующим охлаждением со средней скоростью ~15°С/с в течение 1–20 с. Для установления влияния продолжительности охлаждения на степень распада аустенита по диффузионной кинетике окончательное охлаждение производили в воде.

При охлаждении после выдержки в течение 1–5 с распад аустенита происходит по сдвиговому механизму с образованием игольчатого мартенсита. Так как конец мартенситного превращения находится в области отрицательных температур, то после охлаждения в воде (при температуре 20 °С) сохраняется 5–8% остаточного аустенита в виде прослоек между мартенситными иглами (рис. 1, а).

При охлаждении после выдержки в течение 10–18 с распад аустенита протекает по смешанной кинетике. Микроструктура состоит из мартенсита и перлита. С увеличением продолжительности выдержки доля распада аустенита по диффузионной кинетике с образованием перлита увеличивается

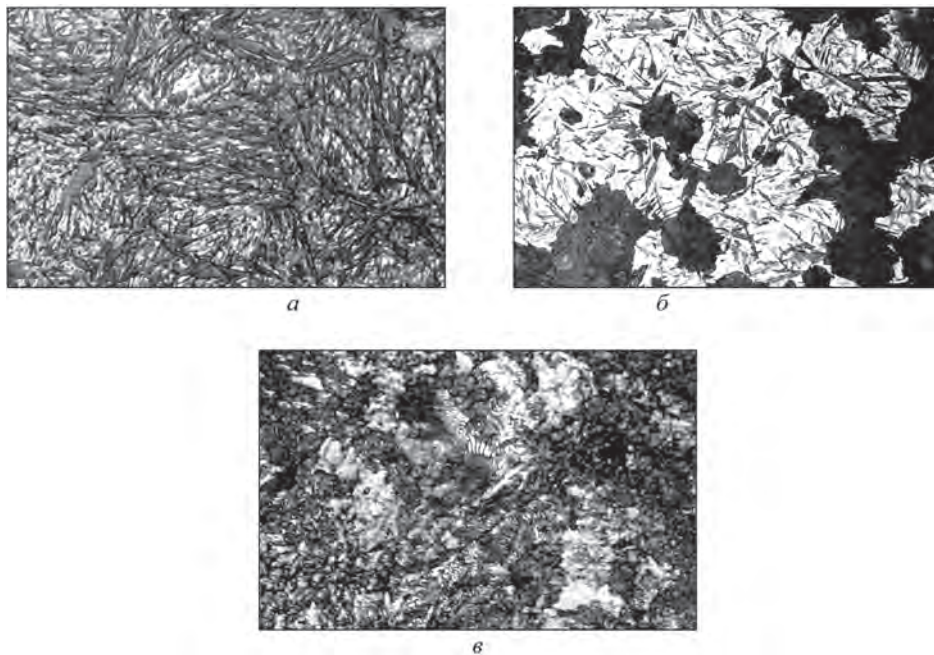


Рис. 1. Микроструктура стали 80 К, охлажденной в воде после аустенитизации и охлаждения со скоростью 15 °С/с в течение 5 с (а), 15 с (б), 20 с (в). ×800

от 5 до 99%, а доля мартенсита уменьшается. Так, при охлаждении в воде после выдержки в течение 15 с микроструктура состоит из сорбитообразного перлита (40–50%), троостита и мартенсита (рис. 1, б).

Охлаждение в воде после выдержки 20 с фиксирует распад аустенита только по диффузионному механизму с образованием 100%-ного сорбитообразного перлита (рис. 1, в).

На основании проведенных исследований были разработаны научно обоснованные режимы сорбитизации высокоуглеродистой катанки применимо к технологическим особенностям стана 150 «БМЗ – УКХ «БМК».

Режимы сорбитизации (двухстадийного охлаждения) для высокоуглеродистой катанки диаметром 5,5 мм производили при скорости прокатки ($V_{пр}$) более 100 м/с. Температуру раската катанки контролировали перед чистовым и редуционно-калибрующим блоками, на виткообразователе она была выше A_{c3} , обеспечивая наиболее полное протекание рекристаллизационных процессов [4]. Скорость транспортирования ($V_{тр}$, м/с) составляла $V_{тр} = 1,05 \cdot 10^{-2} V_{пр}$. Температурно-скоростные условия охлаждения высокоуглеродистой катанки на транспортере Стелмор стана 150 ОАО «БМЗ-УКХ «БМК» обеспечивали подавление выделения структурно свободного цементита.

Основная отличительная особенность новых режимов от штатных – перераспределение работы вентиляторов в зоне воздушного охлаждения на транспортере Стелмор при неизменных начальных температурно-скоростных условиях охлаждения.

На стане 150 «БМЗ-УКХ «БМК» был проведен активный эксперимент по определению критерия и возможностей перераспределения работы вентиляторов на линии Стелмор. Для этого при охлаждении на транспортере катанки 80К от заднего охлажденного конца после прохождения определенных зон охлаждения отбирали сегмент витка с последующей закалкой его в воде. На основании анализа микроструктуры охлажденных в воде образцов выявляли режимы, при которых отсутствовали мартенситные участки, что определяло отсутствие остаточного аустенита, т. е. распад при этих режимах прошел полностью по диффузионному механизму. На основании таких производственных экспериментов было произведено перераспределение активной работы вентиляторов в зоне воздушного охлаждения на транспортере Стелмор.

По новым режимам сорбитизации были выпущены опытно-промышленные партии¹. Следует отметить, что в микроструктуре всех штатных и исследуемых опытных кордовых, бортовых и пружинных сталей отсутствовали сорбит отпуска в поверхностном слое, мартенситные и троостомартенситные участки (рис. 2, а, б). Наличие пластинчатого перлита не превышало 25% общей площади поперечного сечения образца (рис. 2, в, г), а разнотерность не превышала двух номеров (номер 7–8). Среднее значение межпластинчатого расстояния в перлите составляло для стали 80К штатных режимов 0,132 мкм (рис. 2, д), а для опытных – 0,139 мкм (рис. 2, е).

¹ При участии В. В. Гордиенко.

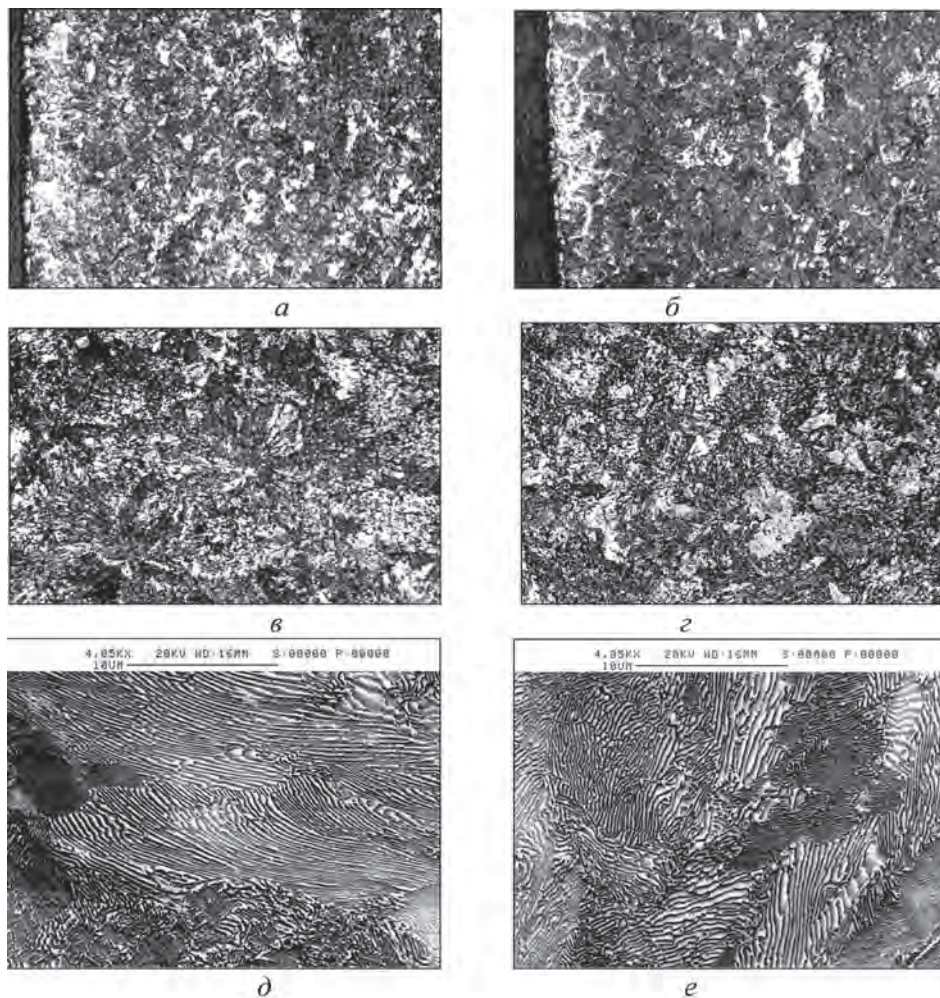


Рис. 2. Характерная микроструктура катанки 80К поверхности (а, б) и центра (в–е) после сорбитизации по штатному (а, в, д) и опытному энергосберегающему режимам (б, г, е). ×500

Сравнительный анализ механических свойств показал, что в металле, обработанном по опытным энергосберегающим режимам, имеется тенденция к незначительному повышению пластических свойств (рис.3), что оказывает положительное влияние на

технологичность переработки на грубосреднем проволочном переделе.

При производстве катанки для металлокорда, бортовой и пружинной проволоки был определен унифицированный температурный режим сорби-

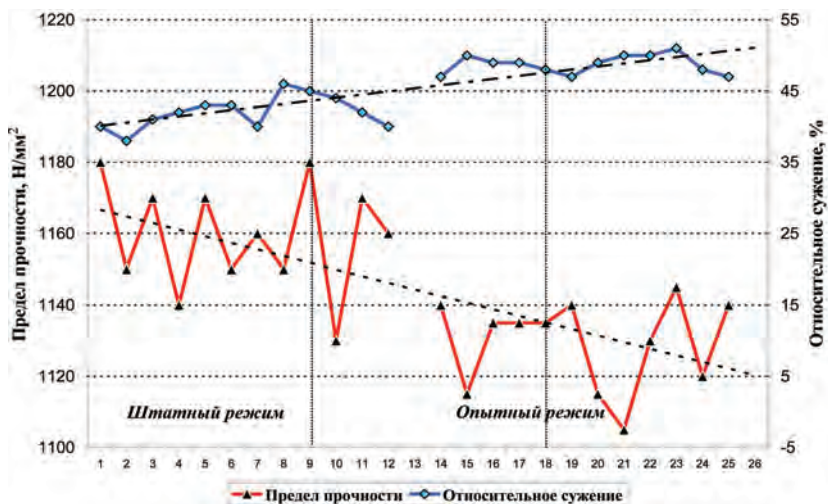


Рис. 3. Распределение прочностных и пластических свойств по длине витка катанки 5,5 мм марки 80 К, подвергнутой различным режимам сорбитизации

тизации. Это позволяет сократить время технологических пауз на перестройку режимов охлаждения, т. е. увеличить темп производства.

Технологичность (обрывность) опытно-промышленных плавок, подвергнутых энергосберегающим режимам сорбитизации (по 10 плавок каждой марки), переработанных на кордовую, бортовую и пружинную проволоку, не превышала средней технологичности серийных плавок, переработанных на аналогичный тип продукции (проволоки, корда) за последние два месяца.

Рациональное использование особенностей влияния температурно-скоростных условий охлаждения на структурообразование высокоуглеродистой стали позволяет сэкономить при производстве катанки кордовых сталей 1,8 кВт·ч/т, пружинных – 1,6 кВт·ч/т (ожидаемая экономия до 280 МВт в год) с обеспечением при этом необходимых качественных показателей [5], технологичности (при переработке на проволоку и корд) и сохранением темпа производства.

Выводы

На основании проведенных исследований установлено, что катанка стали 80К после аустенитиза-

ции с последующим охлаждением со скоростью $\sim 15^\circ\text{C}/\text{с}$ в течение 1–20 с и окончательным охлаждением в воде имеет различное структурное состояние. При охлаждении после выдержки в течение 1–5 с распад аустенита происходит по сдвиговому механизму с образованием игольчатого мартенсита. При охлаждении после выдержки в течение 10–18 с распад аустенита протекает по смешанной кинетике. Микроструктура состоит из мартенсита и перлита. С увеличением продолжительности выдержки доля распада аустенита по диффузионной кинетике с образованием перлита увеличивается от 5 до 99%, а доля мартенсита уменьшается. Охлаждение после выдержки 20 с фиксирует распад аустенита только по диффузионному механизму с образованием сорбитообразного перлита.

Применимо к технологическим особенностям стана 150 «БМЗ – УКХ «БМК» разработаны и внедрены научно обоснованные энергосберегающие режимы сорбитизации высокоуглеродистой катанки, которые позволяют при сохранении темпа производства и обеспечении необходимых качественных и технологических показателей снизить энергозатраты при производстве катанки из сталей кордовых на 1,8 кВт·ч/т и пружинных на 1,6 кВт·ч/т.

Литература

1. Бернштейн М. Л., Займовский В. А., Капуткина Л. М. Термомеханическая обработка стали. М.: Металлургия, 1983.
2. Стародубов К. Ф., Узлов И. Г., Савенков В. Я. и др. Термическое упрочнение проката. М.: Металлургия, 1970.
3. Потемкин К. Д. Термическая обработка и волочение высокопрочной проволоки. М.: Металлургиздат, 1963.
4. Луценко В. А., Бобков П. А., Радькова И. Н. и др. Термомеханически обработанная высокоуглеродистая катанка для высокопрочной бортовой проволоки // Сталь. 2012. № 11. С. 75–77.
5. ЗТУ 840-03-2006. Катанка стальная сорбитизированная для металлокорда, бортовой проволоки и проволоки для рукавов высокого давления. РУП «БМЗ». Изменение 11. 2010.