

С. М. Жучков, А. А. Горбанев, Б. Н. Колосов

Інститут черної металургії ім. З. І. Некрасова НАН України, Днепропетровск

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КАТАНКИ

Аннотация: Дан краткий анализ технологии и оборудования для производства катанки на современных высокоскоростных проволочных станах; исследовано влияние второй стадии охлаждения на структуру и свойства катанки; предложен состав оборудования для реализации новой технологии высокоскоростного воздушного охлаждения катанки; показан опыт освоения новой технологии на станах СНГ и достигнутый уровень качества высокоуглеродистой катанки.

Ключевые слова: катанка, охлаждение, высокоскоростные воздушные потоки, превращения, структура, качество.

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время скорость прокатки на современных проволочных станах достигла 100–120 м/с. Наблюдается тенденция дальнейшего повышения скорости прокатки до 150 м/с. Для формирования заданной структуры и свойств металла после прокатки катанку подвергают двухстадийному охлаждению на линиях типа Стелмор. На первой стадии катанку охлаждают до 750–950 °С в секциях водяного охлаждения. Между секциями расположены свободные участки для выравнивания температуры по сечению катанки. Длина такого участка составляет 35–40 м, давление воды – 6–12 бар. После охлаждения катанки водой ее с помощью виткоукладчика витками укладывают на роликовый транспортер и транспортируют к виткосборнику. На транспортере осуществляется вторая – воздушная стадия охлаждения катанки. Скорость перемещения витков по транспортеру в зависимости от марки стали и назначения катан-

ки может изменяться в пределах 0,1–1,3 м/с. Длина транспортера (второй стадии охлаждения катанки) – 80–100 м. Применяют замедленное и ускоренное охлаждение катанки. Замедленное охлаждение осуществляют под термоизолирующими крышками при пониженной скорости перемещения витков и отключенных вентиляторах. Ускоренное охлаждение катанки осуществляется воздухом, нагнетаемым вентилятором, при повышенной скорости перемещения витков и поднятых термоизолирующих крышках. Замедленное охлаждение катанки осуществляется со скоростью 0,5–2 °С/с, а ускоренное – со скоростью 4–15 °С/с. При этом соблюдается требование: чем больше диаметр катанки, тем меньше скорость охлаждения. Фазовые превращения в металле катанки происходят в процессе ее перемещения по роликовому транспортеру. Таким образом, режим охлаждения на второй стадии охлаждения в линии современного проволочного стана определяет структуру и механические свойства катанки.

Основную долю в сортаменте современных проволочных станов занимает катанка из высоко- и среднеуглеродистых сталей. Эта катанка применяется для изготовления металлокорда и канатной проволоки различных диаметров. Свойства такой катанки зависят от температуры и времени превращения аустенита, которые, в свою очередь, определяются скоростью охлаждения катанки. Оптимальное сочетание прочностных и пластических свойств в катанке из таких сталей наблюдается в случае превращения аустенита при температурах, соответствующих его минимальной устойчивости, т.е. в нижней части температурного интервала перлитного превращения. На этом принципе основан процесс патентирования катанки и проволоки в расплавах свинца или солей. При патентировании количество проэвтектоидного феррита (цементита) по границам зерен минимальное, зерна перлита мелкие с минимальным истинным межпластиночным расстоянием (менее 0,1 мкм). Катанка обладает высокими прочностными и пластическими свойствами.

Охлаждение катанки на стандартных линиях Стелмор не обеспечивает получения структуры и свойств, равноценных патентированной катанке. Наибольшие трудности возникают при изменении химического состава металла в пределах, допускаемых для данной марки стали, а также при охлаждении катанки различных диаметров. Кроме того, охлаждение водой, применяемое на первой стадии, может приводить к подкалке поверхности, что недопустимо при производстве катанки ответственного назначения (например, катанки для металлокорда, канатной катанки, катанки из пружинных и подшипниковых сталей и т.д.).

Временное сопротивление разрыву катанки, охлажденной на линиях Стелмор, ниже, чем патентированной катанки; разброс свойств по длине мотка и пластичность при холодном волочении ниже, межпластиночное расстояние в перлитных зернах составляет 0,13–0,2 мкм.

2. ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ НА ПРЕВРАЩЕНИЕ АУСТЕНИТА НА ВТОРОЙ СТАДИИ ОХЛАЖДЕНИЯ КАТАНКИ

В Институте черной металлургии им. З. И. Некрасова НАН Украины выполнены исследования влияния режимов воздушного патентирования на структуру и свойства катанки и дана оценка возможности улучшения качества катанки за счет применения высокоскоростных воздушных потоков на второй стадии охлаждения на линии Стелмор.

Увеличение скорости потока воздуха приводит к дальнейшему понижению температуры начала превращения аустенита и сокращению длительности превращения. Так, при скорости потока 60 м/с превращение аустенита начинается в области температур, обычно используемых при свинцовом патентировании углеродистых сталей. Время превращения при скорости 60 м/с уменьшается примерно в 2,5–3 раза по сравнению со скоростью, обычно используемой при охлаждении воздухом на линиях Стелмор. Увеличение скорости потока воздуха уменьшает длительность инкубационного периода, т.е. время от начала охлаждения до начала превращения. При увеличении диаметра катанки скорость охлаждения до температуры начала превращений и соответственно время превращения уменьшается. Длительность инкубационного периода при этом увеличивается. Поэтому для обеспечения одинаковых условий превращения аустенита при температурах ниже 600 °С и, как следствие, получения одинаковых структуры и свойств при увеличении диаметра охлаждаемой катанки необходимо соответствующим образом увеличивать скорость воздушного потока.

На основании результатов исследований охлаждения катанки высокоскоростными воздушными потоками, выполненных в ИЧМ

и научно-производственном предприятии АТГА (г. Екатеринбург, РФ) разработана новая линия охлаждения воздухом, оснащенная камерами струйного охлаждения (КСО) тоннельного типа. Эта линия, реализованная при реконструкции стана 150 Белорецкого меткомбината (РФ) (рис. 1) [3], состоит из блоков с системами, оснащенными вентиляторами различной мощности. В новой линии можно изменять интенсивность воздушного охлаждения движущихся по роликовому транспортеру витков катанки от непрерывного ускоренного охлаждения до замедленного охлаждения с изотермической выдержкой в режиме конвективного термостатирования.

3. ОПЫТ ОСВОЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРОВОЛОЧНЫХ СТАНАХ СНГ

Проволочный стан 150 Белорецкого металлургического комбината – первый в СНГ про-

волочный стан, оснащенный блоками чистовых клетей и линиями ускоренного охлаждения типа Стелмор. Этот стан, построенный фирмой СКЕТ (Германия) в 1979 г., был предназначен для производства катанки широкого марочного сортамента. Здесь обеспечивалось высокое качество продукции при производстве канатной катанки. Стан реконструировали. При реконструкции использовались новые технические и технологические решения, разработанные в ИЧМ. В результате реконструкции в настоящее время на стане производят катанку $\varnothing 5,5-12$ мм высокого качества широкого марочного сортамента из углеродистых и легированных сталей специального назначения, в т. ч. подшипниковых, пружинных, сварочных, сплавов сопротивления и пр.

Позже для повышения качества проката разных марок стали, в основном высокоуглеродистой катанки для производства металлокорда и канатной проволоки, была осуществлена аналогичная реконструкция линии охлаж-

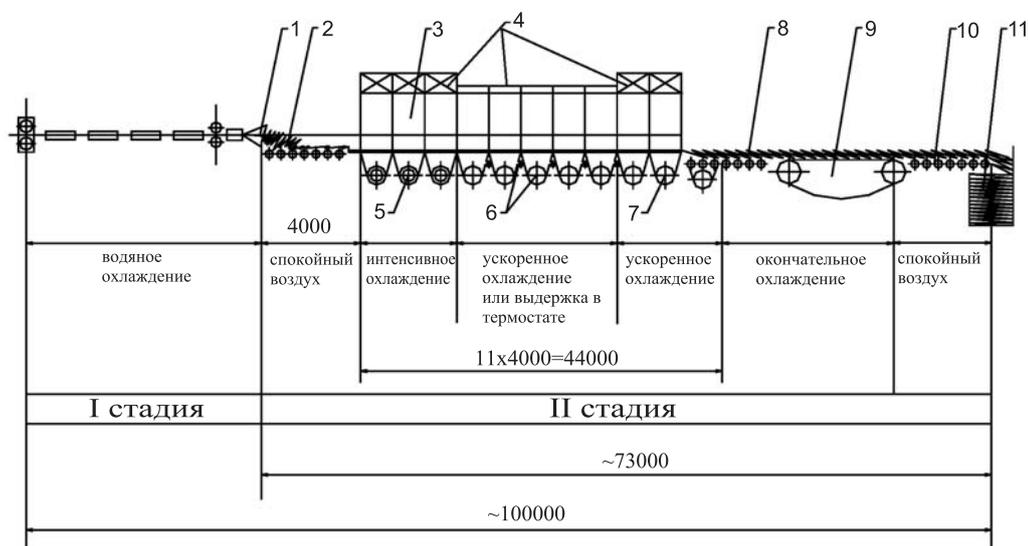


Рис. 1. Линия двухстадийного охлаждения проката стана 150 БМК после реконструкции: 1 – виткоукладчик; 2 – приемный стол; 3 – КСО, состоящая из 11 блоков с роликовым транспортером; 4 – крышки блоков КСО; 5 – вентиляторы интенсивного дутья; 6 – вентиляторы комбинированного дутья; 7 – вентиляторы ускоренного дутья; 8 – передающая секция рольганга; 9 – сетчатый транспортер; 10 – рольганг подачи витков в шахту; 11 – шахта моткосборника (размеры на рисунке приведены в мм)

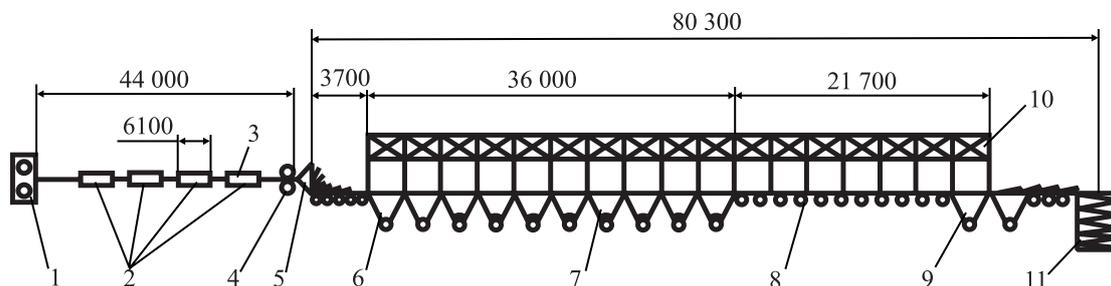


Рис. 2. Схема расположения оборудования участка охлаждения катанки стана 150 БМЗ: 1 – последняя клетка блока; 2 – участок охлаждения водой; 3 – охлаждающая секция; 4 – трайбаппарат; 5 – виткообразователь; 6 – вентиляторы по 96 000 м³/ч; 7 – вентиляторы по 154 000 м³/ч; 8 – вентиляторы по 65 000 м³/ч; 9 – роликотранспортер; 10 – теплоизолирующие крышки; 11 – виткосборник (размеры приведены в мм)

дения проволочного стана 150 Белорусского металлургического завода (БМЗ) [4]. Схема расположения оборудования линии охлаждения катанки после реконструкции представлена на рис. 2. Оборудование реконструированной линии изготовлено фирмой Фест Альпине (Австрия). Здесь на второй стадии линии Стелмор также применено охлаждение катанки высокоскоростными воздушными потоками.

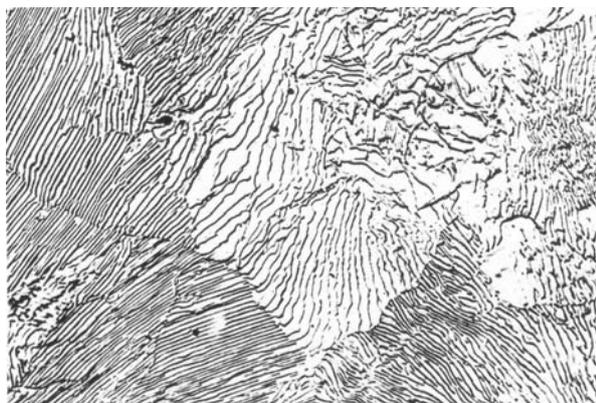
4. МИКРОСТРУКТУРА И СВОЙСТВА КАТАНКИ, ПРОИЗВЕДЕННОЙ ПО НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Для оценки качества катанки, охлажденной на новых линиях стана 150 БМЗ, были взяты

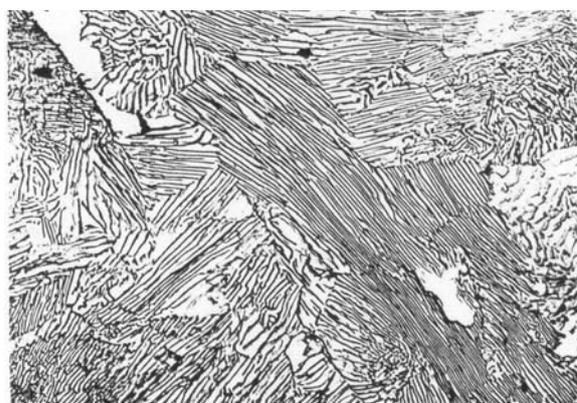
результаты испытаний катанки $\varnothing 5,5-10,0$ мм 216 плавок из стали марок 50–85. Для оценки качества катанки, произведенной по старой технологии, были изучены результаты сдаточных испытаний катанки различных диаметров 495 плавок из разных марок стали. Изучено распределение структуры и свойств по длине витков и мотков.

При новой технологии охлаждения катанки из стали с содержанием углерода 0,5–0,75 % вероятность получения свойств в пределах требований стандарта повысилась от 0,86–0,97 до 0,98–1,0, а для стали с содержанием углерода 0,8–0,85 % – от 0,77–0,96 до 0,97.

Во всех случаях микроструктура металла состояла, в основном, из сорбитообразного перлита и небольшого количества феррита в



край



центр

Рис. 3. Микроструктура катанки диаметром 8,0 мм из стали 75 ($\times 2000$)

виде разорванной сетки по границам зерен и отдельных участков. Размер зерен перлита – номера 10; 9 и 8 по ГОСТ5639, структура равномерна по сечению катанки (рис. 3), разброс механических свойств по длине мотков уменьшен в 2 раза.

На Белорецком меткомбинате (БМК) высокопрочная арматурная проволока производится из катанки \varnothing 6,5–10,0 мм стали марок 60–85. На первом этапе переработки катанки в проволоку осуществляют травление и патентирование катанки. Затем, после перемотки на катушки, катанку подвергают волочению и стабилизирующему отпуску при температуре 450 °С и напряжении в проволоке, равном $0,3 \sigma_v$. Этим обеспечивается снятие внутренних напряжений и достигается высокая упругость проволоки. Поскольку БМК выпускает большой объем арматурной проволоки, то одной из задач реконструкции линий охлаждения стана 150 являлось получение свойств катанки, близких к патентованной. Это давало возможность исключить операцию патентирования на метизном переделе при производстве арматурной проволоки. Для этого требовались повышение прочностных и пластических свойств катанки, определяемых ее структурой, и равномерность распределения свойств по длине мотков.

Был выполнен комплекс промышленных исследований, на основании результатов которых разработаны рациональные режимы охлаждения катанки из высокоуглеродистой стали различных диаметров.

На образцах катанки, охлажденных по новому режиму, был проведен количественный анализ микроструктуры пластинчатого перлита методом стереометрической металлографии (рис. 4).

По уровню свойств проволока, полученная на новых линиях охлаждения по разработанным режимам, и переработанная в проволоку катанка без патентирования близка к проволоке, полученной из патентованной катанки. Вероятность соответствия требованиям стандартов у проволоки, полученной из катанки, произведенной по новой технологии, по усилиям разрыву и текучести и количеству гибов выше, чем при обычной технологии переработки (соответственно 0,996 и 0,603; 1,0 и 0,964; 0,982 и 0,978). Однако проволока, полученная из катанки по новой технологии без патентирования, обладает несколько большей нестабильностью удлинения δ_{100} и несколько меньшим среднеарифметическим значением этого показателя. Это объясняется большей структурной неоднородностью катанки и проволоки по сечению в результате замены среды охлаждения.

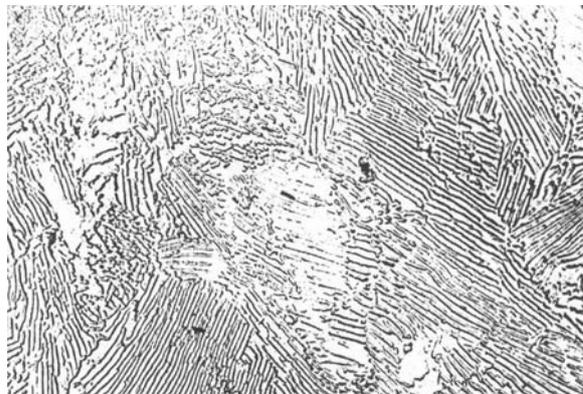
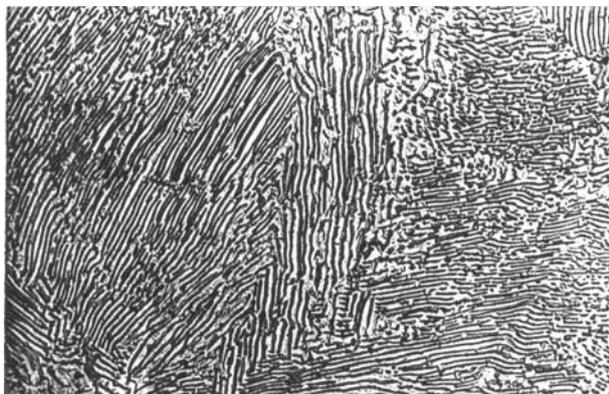


Рис. 4. Микроструктура катанки \varnothing 6,5 мм из стали 75 ($\times 2\ 000$) для производства высокопрочной арматурной проволоки

На основании полученных результатов при производстве проволоки для высокопрочной арматуры была исключена операция патентирования. Это снизило затраты при производстве проволоки и улучшило экологическую обстановку в цехе. Отпала необходимость в перемотке мотков катанки со стана 150; вследствие более благоприятного состава окалина на катанке по сравнению со старой технологией в несколько раз было уменьшено время травления и снижен расход кислоты. Так как катанка из высокоуглеродистых пружинных сталей по ГОСТ14959 перерабатывается в проволоку по такой же технологии, что и катанка для высокопрочной арматуры, появилась возможность при ее переработке также исключить операцию патентирования.

Новая технология охлаждения освоена также при производстве катанки из легированных сталей, входящих в сортамент стана 150. Так, катанку из коррозионностойких сталей аустенитного класса прокатывают при максимальной температуре в конце прокатки. Для увеличения размеров зерен отключают вентиляторы блоков струйного охлаждения № 1 и № 2, а затем осуществляют интенсивное охлаждение при открытых крышках.

5. ВЫВОДЫ

Опыт реализации новых инновационных технологий производства катанки на современных высокоскоростных проволочных станах 150 БМК и БМЗ показал, что использование высокоскоростных воздушных потоков на второй стадии охлаждения обеспечивает улучшение структуры и механических свойств катанки из сталей, требующих ускоренного охлаждения (катанка для производства металлокорда, канатной проволоки, высокопрочной арматурной проволоки и др.) и в ряде случаев позволяет упростить технологию ее переработки в сталепроволочном (метизном) переделе. Обеспечивается возможность расшире-

ния марочного и размерного сортамента проволочных станов для производства высококачественной катанки. Улучшаются ее потребительские свойства. Это позволяет повысить конкурентоспособность металлопродукции более глубокого металлургического передела. Снижение металлоемкости стана может быть достигнуто за счет двух факторов: 1) высокой скорости воздушных потоков, применяемых в новых линиях современных проволочных станов для охлаждения катанки при меньших производительности и мощности привода вентиляторов и 2) использования изотермической выдержки катанки с помощью конвективных термостатов, установленных в этих линиях. Это одновременно позволило не только улучшить потребительские свойства катанки, но и уменьшить длину участка охлаждения.

Таким образом, реализация новых инновационных технических и технологических решений, разработанных в ИЧМ НАН Украины и реализованных в промышленном производстве совместно со специалистами металлургических и машиностроительных предприятий, способствует улучшению качества, расширению сортамента и, в целом, повышению конкурентоспособности катанки – металлопродукции глубокого металлургического передела.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теоретические и технологические основы высокоскоростной прокатки катанки. / А. А. Горбанев, С. М. Жучков, В. В. Филиппов и др. // Минск: Высшая школа, 2003. – С. 287.
2. Формирование структуры и свойств катанки при охлаждении высокоскоростными воздушными потоками. / В. В. Филиппов, В. А. Тищенко, А. Ю. Борисенко и др. // Литье и металлургия, 2002. – № 2. – С. 21–26.
3. Новая технология двухстадийного охлаждения проката на стане 150 после реконструкции. / А. А. Горбанев, Б. Н. Колосов, Е. А. Евтеев и др. // Сталь, 1997. – № 10. – С. 56–59.

4. Реконструкция мелкосортно-проволочного стана Белорусского металлургического завода и повышение качества катанки из высокоуглеродистых сталей. / В. В. Филипов, В. А. Тищенко, С. М. Жучков и др. // Производство проката, 2002. – № 7. – С. 20–26.
5. Повышение равномерности охлаждения витков катанки на роликовом транспортере современного проволочного стана. / А. А. Горбанев, В. В. Филипов, С. М. Жучков и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2002. – № 3. – С. 44–47.

С. М. Жучков, А. О. Горбаньов, Б. М. Колосов. НОВА ТЕХНОЛОГІЯ Й УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ КАТАНКИ.

Анотація: Подано короткий аналіз технології та устаткування для виробництва катанки на сучасних високошвидкісних дротових станах; досліджено вплив другої стадії охолодження на структуру та властивості катанки; запропоновано склад устаткування для реалізації нової технології високошвидкісного повітряного охолодження катанки; показано досвід освоєння нової технології на станах СНД та досягнутий рівень якості високовуглецевої катанки.

Ключові слова: катанка, охолодження, високошвидкісні повітряні потоки, перетворення, структура, якість.

S. M. Zhuchkov, A. A. Gorbanev, B. N. Kolosov. NEW TECHNOLOGY AND THE EQUIPMENT FOR IMPROVEMENT OF ROLLED WIRE QUALITY.

Abstract: The brief analysis of technology and the equipment for rolled wire manufacture on modern high-speed wire rolling mills is given; the influence of the second stage of cooling on rolled wire's structure and properties is investigated; the configuration for new technology of high-speed air cooling of the rolled wire is offered; technology know-how on the CIS's rolling mills and the reached degree of high-carbon rolled wire quality are shown.

Keywords: rolled wire, cooling, high-speed air streams, transformations, structure, quality.

Надійшла до редакції 01.11.06
