

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

Институт черной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины, Днепропетровск

## **ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПРОКАТКИ КАТАНКИ**



*Разработана перспективная технологическая схема высокоскоростной прокатки катанки на примере проволочного стана новой формации. На стане могут быть реализованы режимы горячей нормализующей прокатки и термомеханической обработки за счет регулирования температуры конца прокатки, что обеспечивает получение готовой продукции с заданными потребительскими свойствами. Перспективная схема высокоскоростной прокатки может быть использована при реконструкции действующих проволочных станов и при проектировании новых.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а:* непрерывный проволочный стан; технологическая схема; чистовая группа клетей; миниблоки; сортамент; свойства; равномерность; точность; температура конца прокатки; ступенчатое водяное охлаждение раската.

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ**

Катанка является основным исходным материалом для метизной отрасли черной металлургии. Метизы (металлические изделия) — это проволока и проволочные изделия (стальные канаты, металлокорд, пружины, сварочные электроды, металлические сетки и т. д.), крепежные изделия, лента холоднокатаная и плющенная, калиброванная сталь (сортовая холодноотянутая, серебрянка, фасонные профили высокой точности).

В настоящее время в мире производится более 15 млн. тонн метизов, что составляет примерно 15 % от общего производства готового проката. Ведущие страны по производству метизов — Япония, США, Германия, Франция и Англия. Производство метизов и калиброванной стали развивается более быстрыми темпами по сравнению с общим выпуском готового проката. Это связано с высокими темпами развития потребляющих отраслей, в первую очередь машиностроения [1].

Проволока является основным видом метизных изделий, занимающим наибольший удельный вес в общем выпуске (60 %). Она изготавливается из различных марок стали и сплавов диаметром от 0,005 до 17,0 мм. Наблюдается тенденция в сторону увеличения выпуска проволоки и проволочных изделий наиболее эффективных видов. Эта тенденция будет сохраняться и в дальнейшем. Постоянно увеличивается потребность в проволоке из сложнолегированных сталей и сплавов, особенно коррозионно-стойкой проволоки для работы в морской воде и в средах с повышенным содержанием сероводорода, высокопрочной проволоки для различных видов канатов, арматурной проволоки с повышенной прочностью и низкими релаксационными свойствами и др.

Качество катанки определяет качество производимой из нее проволоки, проволочных изделий и основные технико-экономические показатели производства проволоки. Повышение качества катанки увеличивает капитальные и эксплуатационные затраты в прокатном производстве, однако они, как показал

опыт реконструкции и последующей эксплуатации станов в промышленно развитых странах, полностью окупаются уменьшением затрат в последующем переделе при производстве метизов [2].

В настоящее время катанка производится на современных высокоскоростных проволочных и сортопроволочных станах, которые оборудованы непрерывными группами, состоящими из клетей современной конструкции, и блоками чистовых клетей, обеспечивающих производство катанки высокой точности. Линии двухстадийного охлаждения (преимущественно типа Стелмор) дают возможность регулировать режимы охлаждения в определенном диапазоне скоростей охлаждения и получать катанку с заданной структурой и свойствами. Суммарный объем производства проката на таких станах в развитых странах составляет около 50 млн. тонн в год, т.е. около 20 % от общего выпуска готового проката. Рабочие скорости прокатки катанки диаметром 5,5 ÷ 7,0 мм возросли до 100 ÷ 120 м/с, причем в перспективе ожидается рост скорости прокатки до 170 м/с. Масса мотков достигла 2,5 тонн, точность катанки составляет  $\pm 0,15 \div \pm 0,2$  мм в зависимости от ее диаметра и стойкости чистового калибра.

Установленные мощности действующих проволочных станов несколько превышают потребности мирового рынка металлопродукции на катанку из углеродистых сталей. Поэтому для повышения конкурентоспособности и увеличения сбыта готовой продукции основным направлением улучшения технико-экономических показателей производства катанки становится повышение качества за счет равномерности структуры и механических свойств катанки, обеспечение высокой точности геометрических параметров сечения, расширение марочного и размерного сортамента продукции, производимой на одном стане [3].

Современный высокоскоростной проволочный стан нового поколения должен обеспечивать получение катанки диаметром 4,5 ÷

÷ 22 мм с точностью  $\pm 0,05$  мм при овальности 60 % поля допуска из углеродистых и легированных сталей специального назначения, предназначенных для производства металлокорда, канатов, крепежа, пружин, подшипников, сварочной проволоки и др. изделий.

Годовая производительность одной нитки стана при использовании исходной заготовки сечением 150 × 150 мм, длиной до 10,5 м и массой мотка до 2,5 т составит 500 тыс. т катанки. Рабочая скорость прокатки катанки диаметром 4,5 мм — 120 м/с; максимальная паспортная скорость прокатки на стане — 150 м/с.

Технологическая схема стана должна обеспечивать возможность организации термомеханической обработки катанки в потоке стана, для чего необходимо регулировать температуру конца прокатки в чистовой группе в диапазоне 750 ÷ 1 050 °С.

#### ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Целью проекта является разработка высокоэффективного технологического процесса высокоскоростной прокатки катанки, технологическая схема которого позволяет управлять микроструктурой и механическими свойствами готовой продукции — катанки и сортового проката диаметром 4,5 ÷ 22 мм из углеродистых и легированных сталей за счет управления температурой конца прокатки в диапазоне фазовых превращений с градиентом в 50 ÷ 70 °С по сечению раската на входе в редуционно-калибрующий блок.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫСОКОСКОРОСНОЙ ПРОКАТКИ КАТАНКИ

Основными показателями качества катанки из углеродистых и легированных сталей и сплавов являются структура, механические свойства и точность размеров. Основное влияние на формирование структуры и механических свойств катанки оказывает температура конца прокатки. Изменение среднеинтегральной температуры определяется изменением энтальпии нагретого металла исходных заготовок и раската по длине современного прово-

лочного стана. Равномерность формирования структуры и механических свойств по сечению катанки, в свою очередь, зависит от изменения температурного поля раската. В зависимости от температуры конца прокатки применяют высокотемпературную прокатку, при которой  $T_{к.пр.} = T_{Ar_3} + (150 \div 250 \text{ }^\circ\text{C})$ , нормализующую прокатку, происходящую при  $T_{к.пр.} = T_{Ar_3} + (30 \div 50 \text{ }^\circ\text{C})$  и термомеханическую обработку, при которой  $T_{к.пр.} = T_{Ar_1} \div T_{Ar_3}$ . Применение нормализующей прокатки и термомеханической обработки позволяет улучшить структуру и механические свойства и снизить затраты при дальнейшей переработке катанки.

Диапазон возможных температур конца прокатки должен составлять  $750 \div 1050 \text{ }^\circ\text{C}$ , чтобы расширить возможность управления качеством катанки при скорости прокатки, превышающей 100 м/с. В настоящее время на станах с традиционной компоновкой оборудования в виде 10-клетевых блоков чистовых клетей и линий Стелмор в связи с интенсивным разогревом раската за счет тепла деформации при высоких скоростях температура конца прокатки составляет  $1050 \div 1100 \text{ }^\circ\text{C}$ .

С целью повышения конкурентоспособности готовой продукции в современных условиях развивается марочный сортамент стана. На одном стане необходимо прокатывать катанку из углеродистых и высоколегированных сталей, в том числе трудно деформируемых. Поскольку развивается размерный диапазон производимой продукции, необходимо прокатывать катанку диаметром  $4,5 \div 22,0 \text{ мм}$ . Для оценки возможности управления качеством катанки широкого марочного и размерного сортамента и создания (в случае необходимости) условий для осуществления нормализующей прокатки и термомеханической обработки изучили закономерности влияния различных факторов на изменение температурного поля раската в процессе его температурно-деформационной обработки (прокатки) со скоростью  $100 \div 150 \text{ м/с}$ . Результаты этих исследований стали основой для развития технологий процес-

са высокоскоростной прокатки катанки и позволили сформировать представления о перспективной технологической схеме современного проволочного стана нового поколения.

Была разработана математическая температурно-деформационная модель процесса, состоящая из трех дифференциальных уравнений теплопроводности для металла, слоя окалины и валка. Особенности процесса высокоскоростной прокатки были учтены при выборе граничных условий. Система уравнений была решена конечно-разностным методом способом прогонки. Соответствие модели реальному процессу прокатки на современном высокоскоростном проволочном стане определяли общепринятым способом: измеряли температуру поверхности раската на определенном расстоянии от клетки и для этого сечения рассчитывали температурное поле раската, в том числе температуру поверхности с учетом выравнивания ее на этом участке. Сравнение показало, что среднеквадратическое отклонение расчетных величин от измеренных не превышало  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , т.е. с вероятностью 0,95 погрешность расчета составляла  $\pm 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . С помощью разработанной математической модели был выполнен анализ распределения температурного поля вдоль линии стана с традиционным расположением и составом оборудования, а также в новых схемах расположения оборудования стана и было оценено влияние различных факторов на температурное поле.

В результате исследований процесса высокоскоростной прокатки катанки впервые установлено, что понижение температуры нагрева заготовок снижает температуру конца прокатки катанки, однако первоначальная разность температур на входе в стан  $\Delta T_0$  вследствие большого количества клетей и высоких обжатий уменьшается по длине стана за счет большего разогрева раската в процессе деформации холодных заготовок и разность температур конца прокатки  $\Delta T_{к.пр.}$  в несколько раз меньше. Экспериментальные исследования на стане 150 Белорецкого металлургического комбината, выполненные при прокат-

ке канатных марок сталей 50 ÷ 85 при различной энтальпии заготовок, соответствующей температурам начала прокатки 1 080 и 930 °С, показали, что первоначальная разность температур, равная 150 °С, на выходе катанки из стана снижается до 20 °С. Из расчетных и экспериментальных данных следует, что уменьшение энтальпии исходных заготовок большого сечения при прокатке на современном высокоскоростном проволочном стане не может являться основным средством понижения температуры конца прокатки до 750 °С, необходимой для осуществления нормализующей прокатки и термомеханической обработки. Кроме того, установлены следующие новые научные положения процесса высокоскоростной прокатки.

Увеличение скорости прокатки уменьшает влияние энтальпии исходных заготовок на  $T_{к.пр.}$ . Температурный градиент по сечению раската вначале возрастает по ходу прокатки, затем уменьшается за счет увеличения теплового потока от контактных сил трения. При этом, чем выше энтальпия исходных заготовок, тем больше температурный градиент по сечению раската. Среднеинтегральная температура по сечению и температура центра раската и их изменение вдоль линии стана зависят от энтальпии исходных заготовок. Следовательно, чем ниже температура нагрева заготовок, тем раньше по ходу прокатки начинают возрастать  $T_{ср.}$  и  $T_{ц.}$ ; наибольшее увеличение температуры происходит в чистовом блоке.

Установлено влияние реологии металла на изменение энтальпии раската. Показано, что чем выше сопротивление металла деформации, тем больше разогрев раската за счет тепла деформации. Так, при конечной скорости прокатки 150 м/с раскат из быстрорежущей стали Р18 разогревается до 1 300 °С. Это может вызвать размягчение даже первичной эвтектики. Поэтому при прокатке высоколегированных и трудно деформируемых сталей и сплавов необходимо использовать специальные средства для управления температурным режимом прокатки.

Изменение энтальпии металла вдоль линии стана в процессе исследования её влияния на температурное поле раската осуществляли путем изменения теплосъема секциями водяного охлаждения (в том числе за счет их количества), устанавливаемыми после черновой группы, между промежуточными группами и перед чистовым 10-клетьевым блоком, а также в четных межклетьевых промежутках 10-клетьевого блока.

Установка двух охлаждающих секций после черновой группы при конечной скорости прокатки катанки на выходе из блока, равной 100 м/с, и температурах начала прокатки 900 ÷ 1100 °С уменьшает среднеинтегральную температуру на входе в первую промежуточную группу на 150 ÷ 170 °С. При увеличении скорости прокатки до 150 м/с температура снижается медленнее и составляет 110 ÷ 125 °С. При дальнейшей прокатке после выхода из первой промежуточной группы раскат разогревается. Поэтому понижение температуры конца прокатки при скорости 100 м/с составляет 40 °С, а при скорости прокатки 150 м/с — 20 °С. При этом повышение скорости прокатки приводит к возрастанию температурного градиента по сечению катанки.

Чем ближе к блоку расположены секции водяного охлаждения, тем больше их влияние на температуру конца прокатки. При температуре раската на входе в стан 900 ÷ 1 100 °С и скорости прокатки 100 м/с охлаждение водой после второй промежуточной группы уменьшает среднеинтегральную температуру на входе в блок на 140 ÷ 170 °С. Распределение температуры металла по сечению раската на входе в блок зависит от скорости прокатки и расстояния от последней секции охлаждения до блока. Чем больше скорость прокатки и меньше длина свободного участка перед блоком, тем больше температурный градиент по сечению на входе в блок.

Результаты исследований показали, что путем охлаждения раската в секциях водяного охлаждения, установленных после черновой и промежуточных групп, управлять в необходи-

мом диапазоне температурой конца прокатки, структурой и свойствами катанки невозможно вследствие последующего разогрева металла во второй промежуточной группе и чистовом блоке. Однако установка таких секций на этих участках позволяет управлять температурой прокатки вдоль линии стана и выдерживать необходимый диапазон температур прокатки. Это очень важно при прокатке высоколегированных сталей, имеющих узкий температурный диапазон пластичности металла.

Принудительное охлаждение раската перед чистовым блоком уменьшает температуру конца прокатки, однако первоначальная разность среднеинтегральных температур раскатов, прокатанных с различными температурами прокатки на входе в блок, на выходе из блока уменьшается. Это объясняется большим выделением тепла при деформации охлажденного металла. Поэтому нижний предел температуры конца прокатки, равный  $750\text{ }^{\circ}\text{C}$ , невозможно обеспечить понижением температуры металла перед 10-клетьевым блоком. Рекомендуемая температура металла на входе в блок для углеродистых сталей составляет  $750 \div 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а для высоколегированных сталей определяется структурой и пределом пластичности металла. Расстояние от секции охлаждения до блока должно обеспечить выравнивание температуры по сечению во избежание разрывов подстуженной поверхности раската.

Анализ установленных закономерностей изменения температурного поля раската в 10-клетевых блоках показал, что при традиционной компоновке и составе оборудования стана расширение диапазона температур конца прокатки и возможностей управления структурой и свойствами катанки может быть достигнуто только при снижении скорости прокатки до  $30 \div 50\text{ м/с}$  и уменьшении температуры раската перед блоком. При уменьшении скорости прокатки снижается производительность стана, что экономически оправдано только при прокатке малых партий металла с особыми свойствами. Понижение температуры металла

на входе в блок до  $750\text{ }^{\circ}\text{C}$  требует разработки новых конструкций блоков с усиленной приводной линией.

Понижение температуры конца прокатки до уровня, необходимого для реализации термомеханической обработки катанки, наиболее эффективно может быть осуществлено при разделении 10-клетьевого блока на миниблоки с организацией принудительного водяного охлаждения между ними.

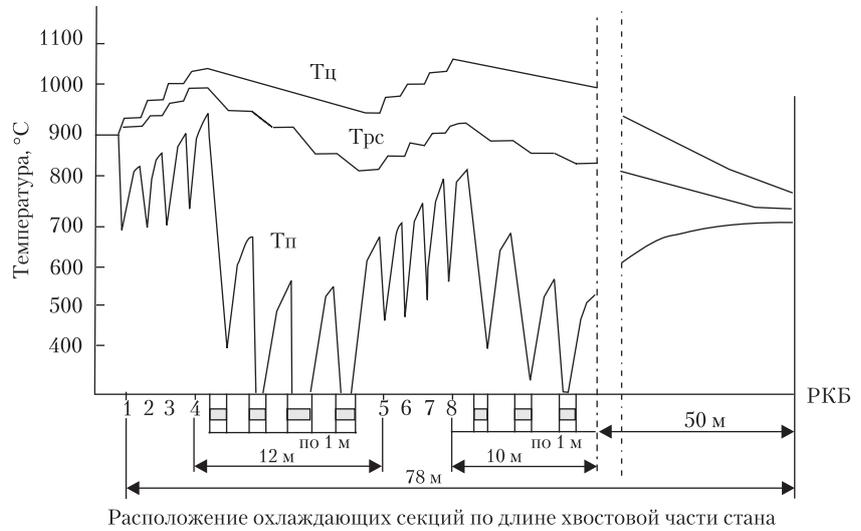
#### ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ РАСКАТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМАХ ПРОКАТКИ

Рассчитаны температурно-деформационные режимы высокоскоростной прокатки катанки и выполнен их анализ при реализации двух технологических схем компоновки оборудования хвостовой части проволочного стана.

**Первая** схема (схема  $10 + 2$ ): 10-клетьевого блок — секции водяного охлаждения с участком выравнивания температуры по сечению раската — 2-клетьевого редуционно-калибрующий блок.

**Вторая** схема (схема  $4 + 4 + 4$ ): 4-клетьевого миниблок — секции водяного охлаждения — 4-клетьевого миниблок — секции водяного охлаждения — 4-клетьевого редуционно-калибрующий блок в составе двух деформирующих и двух калибрующих клетей.

Расчеты температурного поля раската и температурного градиента по сечению на входе раската в низкотемпературный редуционно-калибрующий блок выполнены для разного количества охлаждающих секций, устанавливаемых после 10-клетьевого блока, между миниблоками и после второго миниблока при скорости прокатки  $100$  и  $120\text{ м/с}$  катанки диаметром  $5,0\text{ мм}$ . Среднеинтегральную температуру и температурный градиент на входе в 10-клетьевого блок устанавливали на основании результатов математического моделирования и экспериментальных исследований процесса прокатки в предшествующих непрерывных группах, а температуру перед первым миниблоком принимали равномерной по сечению и равной  $900$  и  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



**Рис. 1.** Изменение температурного поля раската по длине хвостовой части стану при прокатке по схеме 4+4+4 катанки диаметром 5,5 мм из стали 75 со скоростью прокатки 120 м/с при температуре на входе в чистовую группу 900 °С

Установлено, що середнеінтегральна температура на вході в редукційно-калібруючий блок при реалізації першої схеми визначається кількістю секцій охолодження, установлених до і після 10-клетьового блока, а при роботі по другій схемі — кількістю секцій охолодження перед першим мініблоком, між мініблоками і після другого мініблока. Оказує вплив також швидкість прокатки. Чим вище середнеінтегральна температура раската на вході в редукційно-калібруючий блок (РКБ).

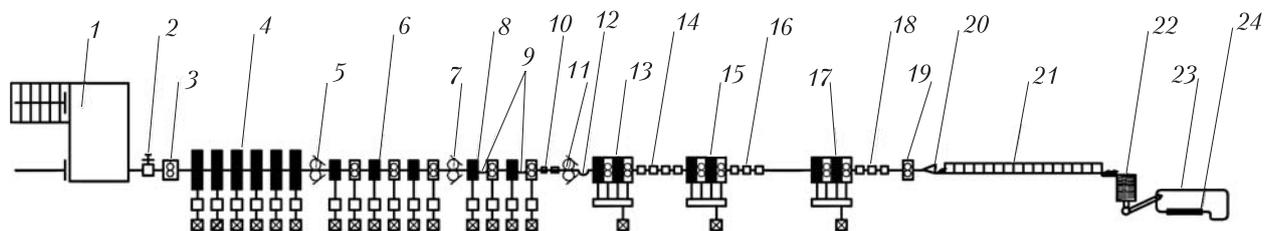
Температурний градієнт по сеченню раската, задаваного в РКБ, визначається довжиною вільного участка від останньої секції охолодження до цього блока. Показано, що друга схема більш ефективна, ніж перша в зв'язі з організацією охолодження між мініблоками. Довжина вільного участка лінії стану, вимагана для вирівнювання температури раската по сеченню перед редукційно-калібруючим блоком, коротше, ніж при реалізації першої схеми. При однаковому кількості секцій охолодження середнеінтегральна температура перед РКБ також нижче, так як частина тепла відбирається між мініблоками. Так, при прокатці катанки діаметром 5,5 мм із сталі 75 со швидкістю 94 м/с на стані 150

Макеєвського металургічного комбінату розрахунковий градієнт температур між поверхністю і центром катанки склав 270 °С після 10-клетьового блока. Після 2-клетьового низкотемпературного блока вказана різниця температур знизилася і склала 110 °С, що вище рекомендованого градієнта, необхідного для отримання високоякісної катанки, що складає 50 ÷ 70 °С [4].

На рис. 1 представлено отримане з допомогою математичного моделювання температурне поле раската при прокатці катанки діаметром 5,0 мм із сталі 75 со швидкістю 120 м/с при температурі на вході в чистову групу клітей 900 °С. Застосування багатоступенчатого охолодження раската в поєднанні з вирівнюванням температури раската по сеченню між першим (кліти 1, 2, 3, 4) і другим (кліти 5, 6, 7, 8) мініблоками, а також після другого (кліти 5, 6, 7, 8) мініблока забезпечило отримання середньомасової температури 750 °С при різниці температур між поверхністю і центром 60 °С.

**ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЧЕСКА СХЕМА РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИСОКОШВИДКІСНОЇ ПРОКАТКИ КАТАНКИ**

На основі результатів виконаних досліджень були розроблені схема розпо-



**Рис. 2.** Схема расположения оборудования проволочного стана 150 с перспективной схемой высокоскоростной прокатки катанки: 1 – печь с шагающим подом; 2 – устройство для гидросбива окалины; 3 – трайбаппарат; 4 – черновая группа клетей Н 600; 5 – ротационные ножницы; 6 – первая промежуточная группа клетей Н–V 360; 7 – ротационные ножницы; 8 – вторая промежуточная группа клетей Н–V 330; 9 – вертикальные петледержатели; 10 – секции предварительного охлаждения раската; 11 – аварийные ножницы; 12 – горизонтальные петледержатели; 13 – первый миниблок 215; 14 – секции промежуточного охлаждения раската; 15 – второй миниблок 170; 16 – секции регулируемого охлаждения раската; 17 – РКБ 230...205; 18 – секция водяного охлаждения раската; 19 – трайбаппарат; 20 – витеобразователь; 21 – рольганг для воздушного охлаждения катанки; 22 – витесорбник; 23 – крьюковой конвейер; 24 – пресс и инспекторский стеллаж

ложения и состав оборудования проволочного стана новой формации для прокатки катанки со скоростью  $100 \div 150$  м/с. Стан предназначен для производства катанки расширенного размерного и марочного сортамента – катанки и проката круглого сечения диаметром  $4,5 \div 22$  мм с точностью  $0,05$  мм из углеродистых и высоколегированных марок стали и сплавов, в т. ч трудно деформируемых. На стане могут быть реализованы режимы горячей прокатки, нормализующей прокатки и термомеханической обработки. Температура конца прокатки может регулироваться в пределах  $750 \div 1050$  °С.

Стан включает черновую и две промежуточные группы клетей, чистовую линию в составе двух 4-клетевых миниблоков и РКБ. Перед чистовой группой, между миниблоками и после второго миниблока установлены участки водяного охлаждения и выравнивания температуры по сечению раската. Длины этих участков  $L_1$ ,  $L_2$  и  $L_3$  пропорциональны максимальной паспортной скорости прокатки на стане. Такая компоновка оборудования хвостовой части проволочного стана позволяет поддерживать температуру прокатки вдоль его линии постоянной и регулировать температуру конца прокатки в пределах  $750 \div 1050$  °С при максимальном градиенте температур по сече-

нию  $60$  °С. Это способствует улучшению структуры и механических свойств готовой продукции.

Между черновой группой клетей и печью с шагающими балками может быть установлена машина повышенного обжата для редуцирования круглых заготовок, полученных на машине непрерывного литья заготовок. Сечение заготовок – квадрат  $150 \times 150$  мм и круг диаметром  $160$  мм.

Схема расположения и состав оборудования предлагаемого проволочного стана показаны на рис. 2. По сравнению с проволочными станами, построенными в последние два года ведущей немецкой фирмой СМС, установленными в Китае и Бразилии, разработанная нами схема занимает меньшую площадь за счет применения двух миниблоков, сокращения длины свободного участка перед редуцирующе-калибрующим блоком и отсутствия петель. Этот стан обладает меньшей массой установленного оборудования. При прокатке непрерывнолитых заготовок круглого сечения в качестве черновой группы стана может быть использована машина повышенного обжата. Это упрощает обслуживание стана и экономически более выгодно по сравнению с увеличением мощности черновой непрерывной группы клетей.

## ВЫВОДЫ

Разработана перспективная технологическая схема высокоскоростной прокатки катанки на примере проволочного стана новой формации для прокатки расширенного размерного и марочного сортамента катанки диаметром  $4,5 \div 22$  мм из углеродистых и легированных сталей специального назначения с точностью  $\pm 0,05$  мм при овальности профиля в 60 % поля допусков. На стане могут быть реализованы режимы горячей, нормализующей прокатки и термомеханической обработки за счет регулирования температуры конца прокатки в пределах  $750 \div 1050$  °С, что обеспечивает получение готовой продукции с заданными потребительскими свойствами. В процессе разработки схемы был использован опыт пуска, освоения, эксплуатации и исследования работы проволочных станов различных поколений, работающих на металлургических предприятиях стран СНГ, а также изучены тенденции развития технологии и оборудования этих станов за рубежом [5–8].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев В.Д. Производство калиброванного металла и проволоки / Итоги науки и техники. Прокатное и волоочильное производство. — М.: Металлургия, 1990. Т. 16. — С. 62–104.
2. Повышение эффективности производства метизов и калиброванного металла / В.И. Ориничев, А.М. Павлов, М.П. Яранцев и др. // М.: ОАО "Черметинформация", Бюллетень "Черная металлургия", 1985. — № 8. С. 39–52.
3. Род К., Аммерлинг В.Ю. Гибкое экономическое производство высококачественной катанки и сортового проката / Новости черной металлургии за рубежом // М.: ОАО "Черметинформация", 2004. — № 4. — С. 43–46.
4. Симпозиум фирм СМС Шлеман-Зимаг и СКЭТ Maschinen-унд Anlagenbau AG на Криворожском металлургическом комбинате, 1990.
5. Жучков С.М., Горбанев А.А. Современные проволочные станы. Тенденции развития технологии и оборудования. *Сообщение 1.* Ретроспектива развития технологии и оборудования для производства катанки // М.: ОАО "Черметинформация", Бюллетень "Черная металлургия", 2006. — № 6. — С. 54–59.

6. Жучков С.М., Горбанев А.А. Сообщение 2. Схемы расположения оборудования современных проволочных и мелкосортно-проволочных станов // Там же. — № 7. — С. 30–42.
7. Жучков С.М., Горбанев А.А. Сообщение 3. Тенденции развития технологии и оборудования для производства катанки. Улучшение качества стали // Там же. — № 8. — С. 40–47.
8. Жучков С.М., Горбанев А.А. Сообщение 4. Тенденции развития технологии и оборудования для производства катанки. Улучшение структуры и свойств катанки, повышение точности размеров // Там же. — № 9. — С. 46–53.

С.М. Жучков, А.О. Горбаньов, Б.М. Колосов

## ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИСОКОШВИДКІСНОЇ ПРОКАТКИ КАТАНКИ

Розроблена перспективна технологічна схема високошвидкісної прокатки катанки на прикладі дротового стану нової формації. На стані можуть бути реалізовані режими гарячої, нормалізуючої прокатки й термомеханічної обробки за рахунок регулювання температури кінця прокатки, що забезпечує одержання готової продукції із заданими споживчими властивостями. Перспективна схема високошвидкісної прокатки може бути використана при реконструкції діючих і при проектуванні нових дротових станів.

*Ключові слова:* безперервний дротовий стан, технологічна схема, чистова група клітей, мініблоки, сортамент, властивості, рівномірність, точність, температура кінця прокатки, східчасте водяне охолодження розкату.

S.M. Zhuchkov, A.A. Gorbanev, B.N. Kolosov

## THE PERSPECTIVE TECHNOLOGICAL SCHEME OF HIGH-SPEED ROLLING ROD

The perspective technological scheme of high-speed rolling rod using wire mill of new formation as an example is developed.

The modes of hot, normalizing rolling and termomechanical processing with the help of temperature regulation at the end of rolling can be realized at the mill. This provides obtaining ready production with the given consumer properties. The scheme of high-speed rolling can be used at reconstruction of working wire mills and designing new ones.

*Key words:* continuous wire mill, technological scheme, mill clean group, miniblocks, assortment, properties, uniformity, accuracy, temperature of the rolling end, step water-cooling rolling.

Надійшла до редакції 04.09.07.