

The expediency of application no driving universal mills for increase of a production efficiency bars of hire with use of no conventional process mach rolling of rolling-division is shown.

С. М. ЖУЧКОВ, В. Г. РАЗДОБРЕЕВ, П. В. ТОКМАКОВ, А. И. ЛЕЩЕНКО, ИЧМ НАН Украины,
М. И. ТИТОВ, А. В. РУСАЛЕНКО, РУП «БМЗ»

УДК 621.771:621.785

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНЫХ ПРОФИЛЕЙ МАЛЫХ СЕЧЕНИЙ, ПРОКАТАННЫХ МНОГОРУЧЬЕВОЙ ПРОКАТКОЙ–РАЗДЕЛЕНИЕМ

Задачи повышения эффективности производства мелкосортного проката в условиях стана 320 Республиканского унитарного предприятия «Белорусский металлургический завод», оснащенного в основном клетями с горизонтальным расположением валков, решаются за счет совершенствования процесса прокатки с продольным разделением раската в потоке стана (процесс прокатки–разделения (ПР)). Этот процесс в мировой практике применяется при производстве сортового проката, в частности арматурного проката периодического профиля. Количество профилей мелких сечений в общем объеме производства сортовых профилей проката на данном стане составляет более половины, при этом их производство более энергоемкое, чем производство профилей большего сечения. В условиях интеграции стран постсоветского пространства в мировую экономику, вступления их в ВТО актуальна проблема, связанная с экономией энергетических и материальных ресурсов при производстве проката [1, 2]. В связи с этим повышение эффективности производства сортового проката мелких сечений, в том числе и профилей для армирования железобетонных конструкций, за счет использования технологий, основанных на процессе прокатки – разделения, становится весьма актуальной задачей [3–5].

Процесс ПР получил широкое развитие при производстве арматурного проката мелких сечений в прутках на сортовых линиях комбинированных станов. Известны подходы к использованию этого процесса при необходимости параллельного получения подката круглого сечения для производства катанки в мотках на проволочных линиях, а также при решении задачи увеличения сечения исходной заготовки путем применения этого про-

цесса на стадии черного формования профиля. Зарубежный опыт показывает, что на металлургических предприятиях, на которых применяются технологии, основанные на процессе ПР при производстве арматурного проката, удельный расход электроэнергии при двухручьевой ПР уменьшается на 12–25%, при четырехручьевой – до 30%. При двухручьевой ПР по сравнению с обычным двухниточным станом удельный расход валков снижается на 10–15 %, а при четырехручьевой – до 20% [6].

РУП «БМЗ» является пионером среди металлургических предприятий стран СНГ в освоении процесса многоручьевой прокатки–разделения (МПР) с использованием неприводных деформационно-делительных устройств (НДДУ), конструкция которых постоянно совершенствуется. Развитие процесса прокатки профилей для армирования железобетонных конструкций с использованием делительных устройств на стане 320 РУП «БМЗ» осуществлено поэтапно: 1) совершенствование конструкции делительных устройств, входящих в комплект поставки оборудования; 2) повышение эффективности технологии ПР в две нитки, совершенствование конструкции НДДУ; 3) реализация технологии ПР с делением раската на три нитки; 4) разработка и освоение технологий, основанных на процессе ПР с делением раската на четыре нитки; 5) совершенствование технологии многоручьевой прокатки–разделения (МПР) арматурных профилей малых сечений (№ 10–16) с целью повышения равномерности механических свойств и массы 1 пог. м профиля по длине плавки-партии.

Непрерывный мелкосортный стан 320 РУП «БМЗ» содержит три группы клетей: черновую, состоящую из четырех горизонтальных клетей 560

и четырех горизонтальных клетей 405, промежуточную группу, состоящую из шести горизонтальных клетей 335, а также чистовую группу, в состав которой входит одна вертикальная, одна комбинированная и четыре горизонтальные клетки 325.

На стане 320 РУП «БМЗ» успешно освоена и в течение длительного периода использовалась технология, основанная на процессе многоручье-вой прокатки–разделения с использованием НДДУ. При этом были подтверждены основные преимущества и установлены недостатки процесса МПР с НДДУ. Достигнуто увеличение производительности стана без значительных капитальных затрат и снижения качества готовой продукции. Вместе с тем, было определено, что суммарный коэффициент вытяжки металла по сравнению с обычной прокаткой уменьшается пропорционально числу одновременно прокатываемых ниток. Данное обстоятельство оказывает определенное влияние на выкатываемость дефектов при их наличии на исходной непрерывнолитой заготовке.

Следует отметить положительный аспект использования НДДУ по сравнению с делением раската валками рабочей клетки. В частности, применение автономных неприводных делительных устройств повышает эффективность использования установленной мощности прокатного стана, когда вместо агрегатов большой единичной мощности используются компактные неприводные устройства, которые позволяют производить разделение с более высокими точностью и качеством зон разделения; обеспечить стабильность процесса при производстве мелких профила размеров; увеличить количество одновременно разделяемых ниток при простоте обслуживания и эксплуатации НДДУ.

В 2005 г. на стане 320 РУП «БМЗ» была разработана и освоена технологическая схема производства арматурного профиля № 12 способом четырехручье-вой прокатки–разделения (МПР-4) из заготовки сечением 125×125 мм за 18 проходов. Расчетная производительность стана при прокатке арматурного профиля № 12 способом МПР-4 из заготовки сечением 125×125 мм при средней скорости прокатки 13 м/с составила 141,5 т/ч. При технологической схеме прокатки этого профиля в одну нитку на максимально допустимых скоростях прокатки производительность стана не превышала 70 т/ч.

Процесс многоручье-вой прокатки – разделения обладает характерной особенностью. При формировании многониточного раската необходимой технологической операцией является контроль его ширины, обеспечивающего, с одной стороны, тре-

буемую точность прокатки, а с другой – повышающего стабильность процесса многоручье-вой прокатки–разделения. Для выполнения этой операции в линии типового непрерывного сортопрокатного стана используется приводная рабочая клетка с горизонтально расположенными валками. Контроль ширины раската осуществляется с кантовкой на 90° и последующей его раскантовкой. Это существенно усложняет условия реализации процесса и снижает его стабильность, что отрицательно сказывается на эффективности производства сортового проката с использованием технологий, основанных на процессе многоручье-вой прокатки–разделения.

Кроме того, в этом случае для выполнения малоэнергозатратной, но функционально необходимой технологической операции, контроля ширины раската используется приводная рабочая клетка. Указанное обстоятельство снижает эффективность использования энергии на реализацию процесса прокатки, что также ведет к снижению эффективности производства при реализации процесса многоручье-вой прокатки–разделения традиционными методами с применением стандартного технологического оборудования непрерывного сортопрокатного стана.

Исследования показали целесообразность применения неприводного деформирующего инструмента для повышения эффективности производства сортового проката с использованием процесса многоручье-вой прокатки–разделения за счет стабилизации процесса прокатки, обеспечиваемого исключением кантовки и раскантовки раската в процессе прокатки, при сохранении операции контроля ширины раската, обеспечивающего требуемую точность прокатки, а также за счет уменьшения использования энергии на реализацию процесса прокатки.

В качестве неприводного деформирующего инструмента для использования в линии стана был предложен блок клетей, который содержит дополнительно две рабочие клетки с неприводными валками, установленными за основной клетью с приводными валками. Основная рабочая клетка выполнена с горизонтальным расположением приводных валков, а дополнительные клетки – с чередующимся вертикальным и горизонтальным расположением неприводных валков.

Принципиальная схема нового деформирующего средства, выполненного в виде блочной конструкции, показана на рисунке.

Блок клетей состоит из приводной рабочей клетки 1 с горизонтально расположенными валками 2, размещенными на подшипниковых опорах в ста-

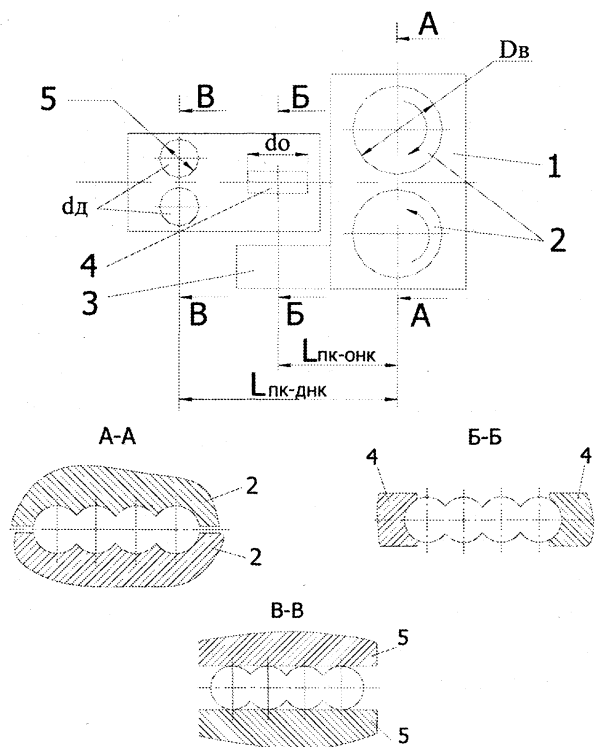


Схема расположения калибров в клетях блока клетей: d_0 – диаметр неприводных рабочих валков основной клетки блока; d_d – диаметр неприводных рабочих валков дополнительной клетки блока; $L_{пк-онк}$, $L_{пк-днк}$ – расстояния между плоскостями осей приводных валков и неприводных валков основной и дополнительной клетей блока

нине рабочей клетки. На привалковом брус 3 станины приводной рабочей клетки 1 со стороны выхода установлены рабочие клетки 4, 5 с неприводными валками. Неприводная клетка 4 выполнена с вертикальным расположением рабочих валков, а неприводная клетка 5 – с горизонтальным расположением рабочих валков.

Конструктивное исполнение элементов блока клетей сортопрокатного стана, в частности, расположение его приводных и неприводных рабочих валков, а также соотношение геометрических параметров элементов конструкции – расстояние между плоскостями осей приводных валков и неприводных валков первой и второй клетей блока, а также соотношения диаметров валков клетей блока выбраны исходя из функционального назначения блока клетей с учетом особенностей реализации процесса многоручьевого прокатки-разделения.

В процессе деформации многониточного раската в калибре приводной рабочей клетки блока происходит предварительное формирование мест разделения на раскате прямоугольного сечения. Процесс деформации сопровождается уширением металла по боковым граням раската. Полученный раскат деформируется по боковым граням в верти-

кальных валках первой неприводной клетки. Процесс деформации осуществляется путем проталкивания раската через неприводные вертикальные валки основной клетки за счет резерва втягивающих сил трения, образованного в очаге деформации приводных валков. Этот резерв всегда имеет место при установившемся процессе прокатки в очаге деформации, образованном приводными рабочими валками [7]. После деформации раската в вертикальных валках первой неприводной клетки блока стабилизируется горизонтальный размер (ширина) многониточного раската. Вместе с тем, процесс деформации раската в вертикальных валках первой неприводной клетки можно охарактеризовать как деформацию высокой полосы в калибре. Одной из негативных особенностей обжатия высокой полосы является высокая вероятность потери раскатом поперечной устойчивости, сопровождающейся скручиванием раската относительно продольной оси. Поэтому после деформации раската по боковым граням в неприводных вертикальных валках он поступает в горизонтальные валки второй неприводной клетки, где устраняются следы уширения металла, полученные после деформации в первой клетке с неприводными валками и одновременно стабилизируется положение раската – предупреждается его скручивание относительно продольной оси.

Блок клетей опробован в ходе проведения экспериментальных исследований процесса четырехниточной прокатки-разделения арматурного профиля № 12 в условиях непрерывного мелкосортного стана 320 РУП «БМЗ». Он был установлен на участке промежуточной группы клетей стана 320, где осуществляется предварительное формирование мест разделения на раскате прямоугольного сечения размерами 18x56мм. Блок клетей включает в себя рабочую клетку № 12 с горизонтально расположенными приводными валками и установленные на привалковом брус станины рабочей клетки первую и вторую рабочие клетки с неприводными валками.

Важным технологическим аспектом, заложенным в конструкцию блока клетей, является соотношение его геометрических параметров, в частности, диаметр валков и расстояния между плоскостями их осей. При прокатке арматурного профиля № 12 с применением блока клетей с соответствующими геометрическими параметрами конструкции блока процесс прокатки происходил стабильно, при этом контролировалась ширина раската валками первой неприводной клетки, а валки второй неприводной клетки обеспечивали устойчивость раската.

Уменьшение расстояния между плоскостями осей приводных рабочих валков и неприводных рабочих валков первой и второй клетей повысило бы продольную устойчивость раската. Однако при этом существенно усложнилась бы компоновка клетей блока, появились бы трудности при монтаже и демонтаже узлов. Уменьшение диаметров неприводных валков первой и второй клетей блока понизило бы стойкость калибров этих валков в процессе прокатки. Также возможно затрудненное прохождение переднего конца раската, что приводило бы к застреванию раската в валках и снижало стабильность процесса прокатки. Увеличение расстояния между плоскостями осей приводных рабочих валков и неприводных рабочих валков соответственно первой и второй клетей снижает устойчивость раската к продольному изгибу в процессе прокатки, что может приводить к застреванию раската в клетях блока.

Результаты работы по опробованию блока клетей показали, что при подготовке исходных данных для разработки конструкции неприводного деформирующего средства, предназначенного для решения конкретной технологической задачи производства, в частности, при совершенствовании технологии многоручьевой прокатки–разделения, необходимо применение научно обоснованного подхода к проектированию технологии и оборудования, базирующегося на основных научных и технологических положениях процесса прокатки с неприводным деформирующим инструментом [7, 8].

С целью повышения производительности стана 320 в ноябре 2007 г. началась работа по разработке технологии, направленной на дальнейшее увеличение количества одновременно разделяемых ниток при прокатке арматуры периодического профиля № 10 с использованием автономного неприводного делительного устройства при продольном разделении раската в линии стана и дальнейшей многоручьевой прокатки–разделения. До недавнего времени прокатка данного профиля на стане 320 РУП «БМЗ» осуществлялась процессом МПР в четыре нитки из исходных заготовок сечением 125×125 и 140×140 мм при нормируемой производительности 99 т/ч. Расчетная производительность стана при МПР в пять ниток профиля № 10 в зависимости от размера исходной заготовки составляет 122,3 т/ч (из заготовки сечением 140×140 мм) и 118,8 т/ч (из заготовки сечением 125×125 мм). Кроме повышения производительности стана, дополнительным преимуществом МПР

является снижение удельных энергозатрат на деформацию металла, так как при данном процессе суммарный коэффициент вытяжки металла (λ_{Σ}) уменьшается пропорционально числу одновременно прокатываемых ниток (например, из заготовки сечением 140×140 мм при МПР-4 $\lambda_{\Sigma} = 60,99$, при МПР-5 $\lambda_{\Sigma} = 48,79$). С другой стороны, данное обстоятельство оказывает влияние на меньшую обрабатываемость структуры металла и повышает требования к качеству исходной заготовки.

В процессе разработки и внедрения технологии производства МПР в пять ниток стержневой термомеханически упрочненной арматуры № 10 производительность стана 320 РУП «БМЗ» увеличилась в среднем на 16,0 т/ч или 16,2% от установленной нормы при МПР в четыре нитки без снижения качества готового арматурного проката.

В целом реализация предложений по совершенствованию технологии производства арматурного проката, производимого способом многоручьевой прокатки – разделения в условиях стана 320 РУП «БМЗ», позволила стабилизировать процесс прокатки за счет исключения кантовки и раскантовки раската в процессе прокатки. Кроме того, использование неприводного деформирующего инструмента позволило вывести из линии стана приводную клеть № 13, осуществляющую контроль ширины раската и поэтому работающую с низкой загрузкой. Это дало возможность снизить энергозатраты при прокатке арматурного профиля № 12 на величину, пропорциональную мощности, затрачиваемой на работу прокатки и холостого хода указанной приводной клетки.

Выводы

1. Показано, что использование блока клетей, состоящего из приводной и двух неприводных клетей, обеспечивает повышение эффективности производства проката при применении нетрадиционного процесса многоручьевой прокатки–разделения.

2. Установлено, что за счет стабилизации процесса прокатки, исключая кантовку и раскантовку раската при сохранении операции контроля ширины раската, обеспечивается требуемая точность раската в процессе предварительного формирования мест разделения.

3. Показано, что снижение энергии на реализацию процесса прокатки связано с выводом из линии стана приводной рабочей клетки № 13.

Литература

1. Задачи разработки ресурсосберегающей технологии производства арматурного проката / А. В. Ноговицын, В. А. Нечипоренко, С. М. Жучков и др. // Теория и практика металлургии. 1999. № 3. С. 18–21.
2. Н и к и т и н а Л. А. Молдавский металлургический завод: от технического переоснащения к конкурентоспособной продукции // Металлург. № 8. 1996. С. 2–8.
3. Технология прокатки арматурной стали с продольным разделением раската в потоке непрерывного мелкосортного стана / С. М. Жучков, Л. В. Кулаков, Э. В. Сивак и др. // Черная металлургия. Наука. Производство. М.: Металлургия. 1989. С. 191–197.
4. Прокатка–разделение. Два подхода к реализации процесса / С. М. Жучков, А. П. Лохматов, Л. В. Кулаков, Э. В. Сивак // Новости черной металлургии России и зарубежных стран. Ч. II. Черная металлургия: Бюл. АО «Черметинформация». 1998. № 5–6. С. 14–20.
5. Освоение технологии прокатки–разделения арматурной стали на непрерывном мелкосортно-проволочном стане 320/150 / А. П. Лохматов, С. М. Жучков, Л. В. Кулаков и др. // Черная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». 1989. Вып. 1. С. 66–68.
6. I o n e o k a H. New slit-rolling technology for steel bare // Seaisi quarterli. 1995. Vol. 14. N 4. P. 50–61, 66, 67.
7. Непрерывная прокатка сортовой стали с использованием неприводных рабочих клеток / А. П. Лохматов, С. М. Жучков, Л. В. Кулаков и др. Киев: Наукова думка, 1998.
8. Процесс прокатки–разделения с использованием неприводных делительных устройств. Теория и практика / С. М. Жучков, А. П. Лохматов, Н. В. Андрианов, В. А. Маточкин. М.: ООО Изд-во «Пан-пресс», 2007.