



*The technology of rolling by "styling process" in four legs of reinforcing steel No 12 on continuous small-sort mill 320 of RUP "BMZ" is given.*

Н. В. АНДРИАНОВ, А. В. РУСАЛЕНКО, Н. И. АНЕЛЬКИН,  
П. А. БАБКОВ, В. А. СПИРИДОНОВ, РУП «БМЗ»

УДК 669.771

## ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОКАТКИ «СЛИТТИНГ-ПРОЦЕССОМ» В ЧЕТЫРЕ НИТКИ АРМАТУРНОЙ СТАЛИ № 12 НА НЕПРЕРЫВНОМ МЕЛКОСОРТНОМ СТАНЕ 320 РУП «БМЗ»

В настоящее время существуют два различных метода реализации прокатки–разделения [1]. По первому способу, разработанному НПО «Доникс» и КГГМК «Криворожсталь» совместно со специалистами Донецкого государственного технического университета, технология многоручьевого прокатки–разделения (МПР) основана на разделении «контролируемым разрывом», срезом, взаимным сдвигом в наклонных калибрах и т.п. Сущность данной технологии заключается в формировании в многоручьевых калибрах рабочих валков прокатного стана раската, состоящего из нескольких заготовок любой формы поперечного сечения, соединенных вдоль одной из осей относительно толстой перемычкой. Продольное разделение такого многониточного раската осуществляется непосредственно в разделяющем калибре, при этом центрирование раската обеспечивается гребнями этого калибра. Срез происходит при повороте заготовок вокруг продольных осей или их взаимном смещении вдоль совмещенных граней.

По второму способу продольное разделение раската с тонкой перемычкой осуществляют с помощью автономных делительных средств с не приводным рабочим инструментом. [2]. Данная технология получила за рубежом название «слиттинг-процесс». Она была разработана канадской компанией «Стил Интернэшнл», усовершенствована японской фирмой «Ниппон Кокан» и входила в комплект поставки Белорусского металлургического завода. Прокатка периодического профиля № 12 до настоящего времени на стане 320 РУП «БМЗ» проводилась слиттинг-процессом в три нитки (суммарный коэффициент вытяжки  $\lambda_{\Sigma}=45,31$ ). Для решения задачи увеличения производительности стана при производстве данного профиля был использован опыт внедренной в начале 2004 г. технологии четырехниточной прокатки разделения арматуры № 10. Положительные результаты при прокатке профиля № 12 по новой схеме калибровки были получены уже в декабре 2004 г.

Производство стержневой арматуры периодического профиля № 12, основанное на технологии четырехниточной прокатки № 10, заключается в формировании из непрерывнолитой заготовки квадратного сечения четырехниточного раската, состоящего из четырех овальных профилей, соединенных тонкой перемычкой, и продольном его разделении в межклетьевом промежутке не приводными клиновидными роликами. Принципиальная схема прокатки–разделения в потоке стана на четыре нитки арматурной стали № 12 показана на рис. 1. Данная схема аналогична № 10 за отсутствием валков 11-й клетки промежуточной группы, которые были заменены на направляющую проводку. Данное решение позволило снизить расход валков и уменьшить расход воды ( $\approx$  на 3%  $\text{м}^3/\text{ч}$ ), предназначенной для охлаждения валков.

На стане 320 используют исходную непрерывнолитую заготовку сечением 125x125 мм, которая нагревается в семизонной методической печи с шагающими балками и подом. За восемь проходов черновой группы клетей и два прохода промежуточной группы клетей заготовка прокатывается в одну нитку на круг диаметром примерно 42 мм по системе калибровки овал–круг, а затем за два прохода на прямоугольник с вогнутыми гранями. Контроль ширины раската в вертикальном ящичном калибре 13-й клетки перед началом продольного разделения обеспечил повышение точности центрирования раската, что способствовало увеличению стабильности процесса прокатки после разделения. В 14-й клетки начинается формирование раската, имеющего форму четырех профилей, соединенных между собой широкими перемычками. Затем деление продолжается в 16-й клетки чистовой группы и заканчивается в 18-й, где формируется перемычка на разрыв (клетки 11, 15 и 17 в прокатке не участвуют). Продольное разделение раската осуществляется путем разрыва

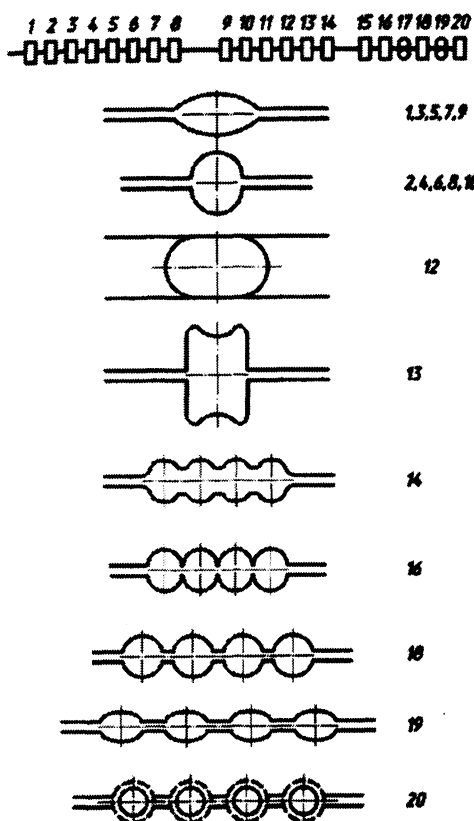


Рис. 1. Схема четырехручьевого прокатки—разделения и поперечное сечение раскатов арматуры №12: 1–8 – черновая непрерывная группа; 9–14 – промежуточная непрерывная группа; 15–20 – чистовая непрерывная группа (цифры у профилей – номера проходов)

перемычки клиновидными роликами неприводной разрезной коробки, установленной на выходе из 18-й клетки, под действием выталкивающей силы, создаваемой валками. Схема продольного разделения раската в четыре нитки делительным устройством с двумя парами неприводных роликов показана на рис. 2. Разделение раската на четыре части осуществляется путем расклинивающего действия рабочих поверхностей по бокам первой парой разрезных роликов, затем внутренние сдвоенные части разделяются второй парой роликов. Разделенные прутки имеют овальную форму. Нитки кантуются и поступают в овальный калибр 19-й клетки, а затем после очередной кантовки в чистовой калибр 20-й клетки, где формируется готовое сечение. Заусенец, образующийся на боковых сторонах прутков в результате продольного разделения раската, находится на контактных сторонах уже при последующем обжатии в валках 19-й клетки и подвергается дополнительному выкатыванию в чистовом калибре валков 20-й клетки. Данное решение способствует как значительному уменьшению глубины полученного заката, так и полной выкатываемости данного дефекта.

Четыре нитки готового профиля после выхода из чистовых клеток подвергают подстуживанию в четырех параллельно расположенных термостатах, одновременно режут ротационными ножницами на заданные длины, затем транспортируют отводящим рольгангом и сбрасывают в одну ячейку реек холодильника.

По данной схеме калибровки на мелкосортном стане 320 РУП «БМЗ» осуществляется производство стержневой термомеханически упрочненной арматуры № 12 с использованием технологии продольного разделения раската на четыре нитки как по российскому стандарту СТО АСЧМ 7-93, так и по зарубежным стандартам.

Температурно-скоростные параметры режима термоупрочнения при прокатке арматурной стали опытных плавков выдерживались согласно требованиям действующей технологической инструкции и находились по плавкам практически в одних и тех же интервалах. Средняя скорость прокатки – 13,5–14,3 м/с. Итоговые значения полученного уровня прочностных и пластических характеристик механических свойств арматурной стали №12 соответствовали требованиям нормативной документации. С целью определения разброса массовой доли химических элементов и механических свойств в четверках стержней были взяты пробы в готовом сорте с каждой нитки заготовок от четверок стержней с начала, середины и конца плавков. Массовая доля основных упрочняющих химических элементов и механические свойства в четверках стержней и по длине плавков находились практически на одном уровне.

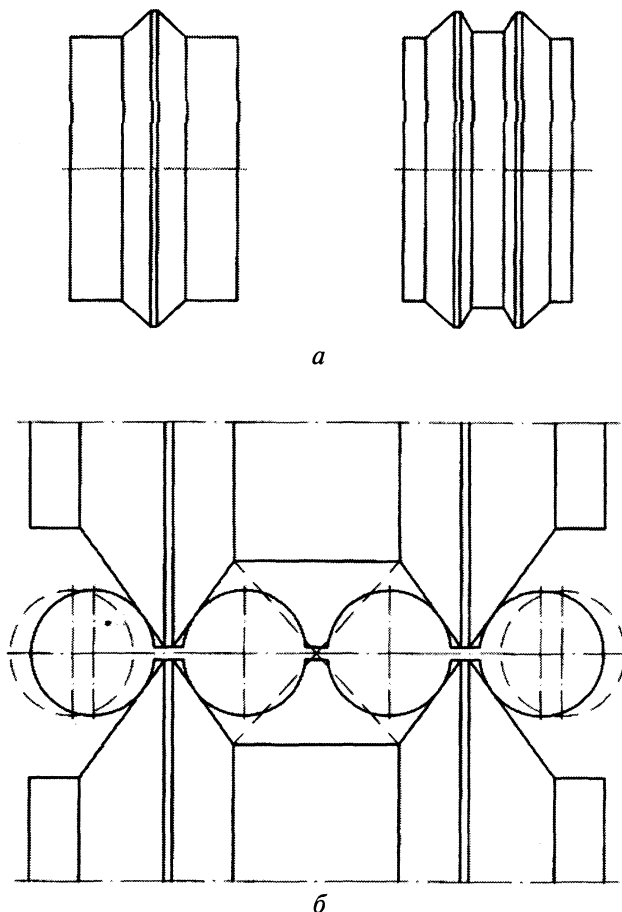


Рис. 2. Схема продольного разделения раската в четыре нитки делительным устройством с двумя парами неприводных роликов: а – делительные ролики; б – схема работы делительных роликов

Разбег прочностных свойств в четверках стержней при прокатке марки стали 25Г2С класса прочности Ат800 не превысил 75 Н/мм<sup>2</sup>, А500С – 35, 460В – 30 Н/мм<sup>2</sup>.

В процессе освоения технологии производства термомеханически упрочненной стержневой арматуры в связи с использованием валков с твердосплавными бандажами в клетях чистовой группы был получен периодический профиль № 12 с геометрическими размерами и массой погонного метра, удовлетворяющими требованиям НД. Необходимо отметить, что внедренный принципиально новый вид периодического профиля для арматурной стали класса А500С, обеспечивающий повышенное сцепление с бетоном, в условиях РУП «БМЗ» на № 12 производится с использованием технологии продольного разделения раската на четыре нитки. Качество поверхности арматурного проката не имело существенных отличий по сравнению с арматурой, прокатанной в три нитки. Выявленный дефект прокатного происхождения – закат в месте разделения раската, являющийся следствием прикатывания заусенцев, был незначительный (макс. 0,12 мм) и носил периодический характер.

Теоретическими преимуществами производства арматурного проката периодического профиля № 12 «слиттинг-процессом» в четыре нитки по сравнению с трехниточной прокаткой являются.

1. Значительное увеличение производительности стана без увеличения количества клетей: расчетная производительность четырехручьевого прокатки-разделения № 12 составляет 141,5 т/ч, что превышает расчетную производительность в три нитки (110,5 т/ч) на 31 т/ч, или 28%. Максимальная достигнутая производительность при установленном режиме и скорости прокатки до 14,45 м/ в четыре нитки термомеханически упрочненной стержневой арматуры периодического профиля № 12 марки стали BSt500S составила 157 т/ч, что превысило расчетную производительность на 15,5 т/ч, или 11% и установленную норму производительности в три нитки для данного профиля (105 т/ч) на 52 т/ч, или 49,5%.

2. В связи с уменьшением цикла прокатки-разделения снижаются окалинообразование металла при прокатке и угар при нагреве металла. Снижение удельных затрат при прокатке разделении в четыре нитки достигается за счет уменьшения в 1,3 раза коэффициента суммарной вытяжки и увеличения скорости прокатки в клетях, предшествующих продольному разделению раската. Снижение потерь тепла металлом способствует и уменьшению разности температуры между передним и задним концами раската (температурного клина), что благоприятно сказывается на процессе деформирования и точности геометрических размеров. В связи с уменьшением цикла прокатки-разделения в четыре нитки уменьшаются окалинообразование металла при прокатке и угар при

нагреве металла на 2–4 кг/т по теоретическим расчетам. За январь–февраль 2005г. расходный коэффициент на арматуру № 12, прокатанную «слиттинг-процессом» в четыре нитки, составил 1,03 против 1,033 за 2004 г. (прокатка в три нитки).

К недостаткам четырехручьевого прокатки-разделения профиля № 12 относятся.

1. При прокатке «слиттинг-процессом» в четыре нитки арматуры периодического профиля № 12 суммарная вытяжка ( $\lambda_2$ ) за проходы в 1,3 раза меньше, чем при тройном «слиттинг-процессе», так как при многоручьевого прокатки разделением (МПР) суммарный коэффициент вытяжки металла по сравнению с обычной прокаткой уменьшается пропорционально числу одновременно прокатываемых заготовок. Данное обстоятельство может оказывать влияние на меньшую выкатываемость дефектов при их наличии в исходной непрерывнолитой заготовке.

2. При скорости прокатки, близкой к расчетной (15 м/с), увеличивается нагрузка на чистовую 20-й клетю, что в свою очередь ведет к ограничению производительности стана.

Подводя итог перечисленным положительным и отрицательным сторонам данного вида прокатки-разделения, необходимо отметить, что наличие дополнительного разделяющего устройства отмеченного в [1] как недостаток «слиттинг-процесса», способствует эффективному использованию установленной мощности прокатного стана. Если в случае прокатки-разделения (МПР), основанной на разделении «контролируемым разрывом» или срезом выполнения малознергоемких но ответственных технологических операций (продольного разделения раската) используют агрегаты большой установленной мощности (прокатные клетки), то при «слиттинг-процессе» применяют компактные неприводные делительные устройства, позволяющие производить разделение более высокими точностью и качеством зоны разделения, так как при прокатке с «контролируемым разрывом» в зоне разделения наблюдаются грубые рванины кромки раската; обеспечивают стабильность процесса при производстве мелкой профилированных проката; способствуют увеличению количества одновременно разделяемых ниток при простоте обслуживания и эксплуатации.

Поэтому более предпочтительным представляется использование автономных неприводных делительных устройств с точки зрения экономии энергии [2].

## Литература

1. Многоручьевого прокатки-разделение (МПР) – нетрадиционная технология производства арматуры и сортовых профилей проката // НПО «Доникс» г. Донецк, Украина.
2. Прокатка-разделение. Тенденции развития технологии и оборудования / С.М. Жучков, В.В. Филиппов, Л.В. Кулаков и др. // БНТИ Черная металлургия. 2002. № 7. С. 9–25.