



There are examined the different aspects of possible use of the drawing friction force reserve at continuous sorted rolling.

С. М. ЖУЧКОВ, Институт черной металлургии НАН Украины

УДК 621.771.25.04.001.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗЕРВА ВТЯГИВАЮЩИХ СИЛ ТРЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ НЕПРЕРЫВНОЙ СОРТОВОЙ ПРОКАТКИ

Одним из путей повышения эффективности производства прокатной продукции, повышения ее конкурентоспособности, в частности за счет повышения эффективности использования энергии при ее производстве, является более полное использование резерва втягивающих сил трения, всегда имеющего место в очагах деформации рабочих клетей при установившемся процессе прокатки. Это возможно при использовании в линии непрерывного прокатного стана средств деформации металла с неприводным рабочим инструментом [1–3].

Преимущества процесса непрерывной сортовой прокатки с использованием неприводных деформирующих средств по сравнению с традиционным процессом прокатки на существующих сортовых станах состоят в снижении энергозатрат за счет уменьшения непроизводительных затрат энергии в процессе формоизменения металла, а также уменьшения потерь электроэнергии в трансмиссии привода прокатных клетей и повышении технологической гибкости стана [1, 4].

При строительстве новых и реконструкции действующих сортовых станов к указанным преимуществам добавляются компактность непрерывного сортового стана, сокращение его габаритов и площадей для размещения основного технологического оборудования, снижение капитальных затрат на строительство станов.

В Институте черной металлургии (ИЧМ) им. З. И. Некрасова НАН Украины выполнен комплекс исследований процесса непрерывной сортовой прокатки, предусматривающего использование неприводных рабочих клетей, устанавливаемых в межклетевых промежутках линии непрерывного сортового стана в качестве деформирующих средств. В основу этого процесса положена идея более полного использования резерва втягивающих сил трения, имеющего место в очагах деформации смежных приводных клетей при установившемся процессе прокатки.

Результатом этих исследований явились теоретическое обобщение научных представлений об основах силового и энергетического взаимодей-

ствия рабочих клетей при реализации процессов, основанных на принципе более полного использования резерва втягивающих сил трения, и разработка новых технологических процессов непрерывной сортовой прокатки, в основу которых положен принцип технологических приемов и средств (технологического оборудования) для их реализации [4–11].

Эффективность использования неприводных рабочих клетей при реконструкции станов

С учетом основных направлений развития прокатного производства и задач технического перевооружения металлургических предприятий были разработаны схемные решения реконструкции непрерывных мелкосортных станов, цель которой — увеличение сечения исходной заготовки, используемой на стане. Варианты этих реконструктивных решений основаны на применении традиционных подходов к реконструкции станов и альтернативных подходов, предусматривающих использование новых технических и технологических решений, базирующихся на более полном использовании резерва втягивающих сил трения в очагах деформации приводных рабочих клетей: технологических процессов сортовой прокатки с использованием неприводного рабочего инструмента.

В качестве базового объекта реконструкции принят типовой непрерывный мелкосортный двухниточный стан 250, состоящий из двухниточных 7-клетевой черновой и 4-клетевой промежуточных групп клетей с горизонтальным расположением рабочих валков и двух однониточных 6-клетевых чистовых групп клетей, где используются рабочие клетки с чередующимся вертикальным и горизонтальным расположением валков. Аналогами этого стана являются станы 250-4 и 250-5 металлургического комбината «Криворожсталь», 250-1 и 250-2 АО «Запсибметкомбинат», 250 Челябинского металлургического комбината и др. Схема расположения основного технологического оборудования непрерывного мелкосортного стана 250 представлена на рис.1, а. Общая длина 7-клетевой черновой группы стана

при расстоянии между плоскостями осей валков рабочих клеток, равном 3 м, составляет 18 м.

Сортамент станом такого типа включает в себя прокат круглого сечения диаметром 8–30 мм, а также квадратный, шестигранный, угловой, арматурный и полосовой прокат эквивалентных сечений, прокатываемых из квадратной заготовки сечением 80х80 мм. Фактический сортамент каждого конкретного стана в связи со сложившейся на практике специализацией существенно уже.

В качестве исходных установочных данных при разработке вариантов реконструкции учитывалось следующее:

- возможность перевода станом на использование непрерывнолитой заготовки увеличенного сечения;
- возможность производства проката при сохранении существующих скоростей прокатки (18 /с);
- минимизация капитальных затрат на реконструкцию (минимизация массы и единиц вновь устанавливаемого оборудования);
- возможность восстановления и применения неиспользуемого в настоящее время на стане основного технологического оборудования;
- наличие свободных площадей в условиях конкретного стана для размещения основного технологического оборудования в соответствии с той или иной схемой реконструкции.

Вариант 1 (рис. 1, б) предусматривает дооборудование черновой группы стана четырьмя двухниточными клетями, устанавливаемыми в головной ее части. Общая длина головной части стана с вновь устанавливаемыми клетями 7-клетевой черновой группы составляет 22,5 м и позволяет разместить ее на существующих площадях цеха.

В варианте 2 (рис. 1, в) предлагается перед черновой группой установить отдельно стоящую двухклетевую однониточную непрерывную группу клеток с выдачей раската в разогреваемый термостат. Непосредственно перед существующей черновой группой клеток устанавливаются две двухниточные клетки. Остальные рабочие клетки черновой группы сохраняются без изменения. Общая длина головной части стана с вновь устанавливаемыми клетями, термостатом и черновой группой составляет 52 м. Вновь устанавливаемое основное технологическое оборудование по такой схеме размещается на существующих площадях цеха, однако его габариты и масса существенно увеличены по сравнению со схемой варианта 1.

В варианте 3 (рис. 1, г) при сохранении основной схемы черновой группы, по варианту 2, предлагается использовать неприводные клетки в отдельно стоящей непрерывной однониточной обжимной группе клеток: за первой приводной клетью А и за первой двухниточной клетью В. В

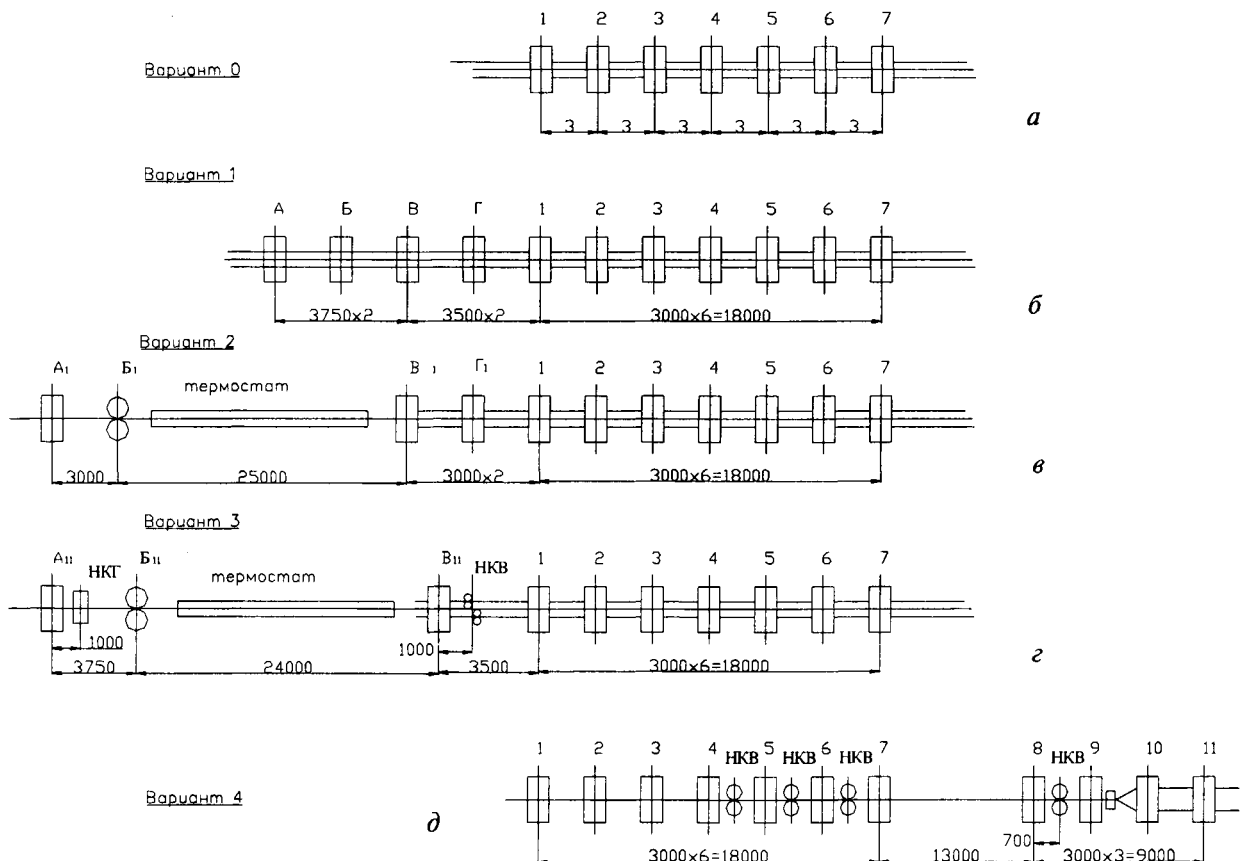


Рис. 1. Схемы расположения основного технологического оборудования непрерывного мелкосортного стана 250: а – существующая схема; б, в, г, д – для 1, 2, 3 и 4 вариантов реконструкции

этом случае клеть Г не устанавливается, заменяется линия привода существующей рабочей клетки 1 с установкой двигателя ее главного привода мощностью 680 кВт, изменяется распределение загрузки существующих клеток. Особенностью этого варианта реконструкции является использование процесса непрерывной прокатки с помощью неприводных рабочих клеток. Для этого варианта характерно уменьшение количества вновь устанавливаемых клеток с их линиями главных приводов в линии стана — вместо четырех устанавливается три приводные клетки с двумя неприводными клетями. Следует отметить, что масса неприводной клетки без учета массы линии главного привода, включая трансмиссию — систему «шпиндели — шестеренная клеть — редуктор — муфта», не превышает 0,15–0,20 массы приводной клетки. Общая длина головной части стана с вновь устанавливаемыми клетями, термостатом и 7-клетевой черновой группой составляет 49 м. Вновь устанавливаемое основное технологическое оборудование по такой схеме размещается на существующих площадях цеха. Его габариты и масса меньше по сравнению со схемой по варианту 2, однако они по-прежнему высоки по сравнению со схемой варианта 1.

В основу варианта 4 (рис. 1, д) положена идея более полного использования резерва втягивающих сил трения в очагах деформации приводных рабочих клеток. Здесь предложено использовать два оригинальных технологических решения, основанных на более полном использовании резерва втягивающих сил трения: процесс сдвоенной прокатки с продольным разделением раската в потоке стана (slitting-process) и процесс непрерывной сортовой прокатки с использованием неприводных рабочих клеток, примененный в варианте 3.

Предлагается применять схему однократной прокатки в клетях 1–7 черновой и 8 и 9 промежуточной групп стана с использованием неприводных клеток и процесса прокатки с разделением, с тем, чтобы начиная с клетки 10 перейти к двухкратной прокатке со скоростями прокатки, соответствующими существующим. Для реализации этой схемы необходима установка четырех неприводных клеток либо замена четырех приводных клеток двухочаговыми клетями. Неприводные рабочие клетки с диаметром и длиной бочки валков соответственно 300 и 210 мм устанавливаются после 4, 5 и 6-й клеток черновой группы и после 8-й клетки промежуточной группы.

При реализации этого варианта используются только неприводные клетки, размещаемые в межклетевых промежутках клеток черновой и промежуточной групп стана, и средства для продольного разделения раската, также размещаемые в межклетевых промежутках. Общая длина голов-

ной части стана с вновь устанавливаемым основным технологическим оборудованием не изменяется по сравнению с существующей схемой.

Выполнен сравнительный анализ эффективности использования предлагаемых вариантов реконструкции. Одним из критериев, принятых при анализе, являлся уровень энергопотребления при прокатке.

С учетом задач реконструкции для прокатки стержневых арматурных периодических профилей 12 и 16 в качестве исходной принята непрерывно-литая квадратная заготовка сечением 150x150 мм при скорости прокатки в чистой клетке 18 м/с.

Результаты расчетов параметров прокатки указанных профилей при использовании различных схем компоновки головной части стана в соответствии с предложенными, а также по существующей схеме при использовании заготовки сечением 80x80 мм (вариант 0) представлены на рис. 2.

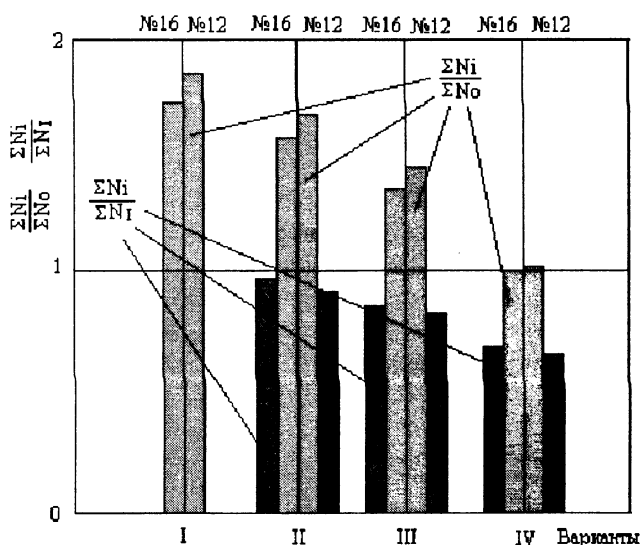


Рис. 2. Изменение общих относительных затрат мощности при прокатке арматурной стали 16 и 12 для рассматриваемых вариантов реконструкции стана 250: N/N_0 — общие энергозатраты, отнесенные к затратам мощности по существующей схеме при использовании заготовки сечением 80x80 мм; N/N_1 — общие энергозатраты, отнесенные к затратам мощности по первому варианту

Для сравнительного анализа эффективности использования предлагаемых вариантов реконструкции по энергопотреблению расчеты показали, что наиболее энергозатратен первый вариант реконструкции стана, основанный на традиционном подходе, а наиболее эффективен с этой точки зрения четвертый вариант, использующий новые технические решения и технологические приемы, основанные на более полном использовании резерва сил трения в очагах деформации приводных рабочих клеток. Второй и третий варианты реконструкции стана, по сути дела, являются паллиативом, и с точки зрения энергозатрат занимают промежуточные места между первым и четвертым вариантами. На рис. 2 показаны изменение общих

относительных затрат мощности при использовании различных схем компоновки головной части стана по сравнению с энергозатратами по существующей схеме при использовании заготовки сечением 80x80 мм ($\Sigma N / \Sigma N_0$) и изменение энергозатрат по второму, третьему и четвертому вариантам, отнесенных к энергозатратам по первому варианту ($\Sigma N / \Sigma N_1$).

Анализ полученных результатов показал, что при переводе стана с исходной заготовки сечением 80x80 мм на использование непрерывнолитой заготовки сечением 150x150 мм первому варианту реконструкции сопутствует почти двукратное увеличение энергозатрат: общие затраты мощности при прокатке арматуры 16 и 12 в этом случае увеличиваются в 1,75 и 1,85 раза соответственно. Для второго и третьего вариантов эти величины составляют соответственно 1,65 и 1,45 при прокатке арматуры 16 и 1,60 и 1,50 при прокатке арматуры 12. Для четвертого варианта энергозатраты остаются на уровне энергозатрат при прокатке тех же профилей из заготовки сечением 80x80 мм.

По сравнению с первым вариантом реконструкции стана второму, третьему и четвертому вариантам сопутствует снижение энергозатрат соответственно на 5–10, 10–15 и 40–50%.

Таким образом, сравнительный анализ различных вариантов реконструкции стана при переводе его на использование исходной заготовки сечением 150x150 мм показал, что для решения задач реконструкции станов наиболее эффективен вариант, использующий новые технические и технологические решения. Наименее эффективен вариант, предусматривающий тривиальный подход для решения этих задач. Промежуточным паллиативным вариантам реконструкции сопутствуют соответствующие текущие и капитальные затраты, занимающие промежуточные места между рассмотренными вариантами.

Использование неприводных рабочих клеток в процессе непрерывной бескалиберной прокатки

При производстве сортового проката на всех стадиях процесса (от редуцирования исходной заготовки квадратного или прямоугольного сечения — на начальной стадии процесса прокатки до получения готового проката заданной формы) используют, как правило, калиброванный рабочий инструмент — рабочие валки с врезанными в них калибрами разнообразных вытяжных систем. Использование калиброванных валков позволяет увеличить их захватывающую способность и тем самым повысить вытяжную способность рабочих клеток, обеспечивая высокий уровень единичной вытяжки металла за один проход.

Стремление к упрощению настройки и эксплуатации стана, повышению его технологической гибкости при производстве малотоннажных партий

проката, уменьшению износа валков и повышению срока их службы, упрощению и уменьшению объема вальцетокарных работ и другие обстоятельства, определяющие преимущества бескалиберной сортовой прокатки по сравнению с прокаткой в калибрах, предопределили повышение практического и научного интереса к процессу бескалиберной прокатки [5–7].

Схема процесса бескалиберной прокатки представлена на рис. 3, а. Исходная заготовка квадратного (или прямоугольного) сечения прокатывается с попеременным изменением направления обжатия либо в клетях с горизонтальным и вертикальным расположением валков с гладкой бочкой, либо только в горизонтальных клетях с кантовкой раската на 90° между проходами перед каждой последующей клетью непрерывного стана. Прокатка таким образом осуществляется практически во всех клетях непрерывного стана за исключением одной-двух последних клетей, в которых прокатка ведется в калиброванных валках для получения готового проката заданной формы [7].

Успех реализации процесса бескалиберной прокатки во многом зависит от того, насколько удачно будет решена проблема устойчивости плоского прямоугольного раската со скругленными гранями в гладких валках. Для предотвращения потери поперечной устойчивости (сваливания) раската используют специальную проводковую арматуру скольжения, разработанную на основании анализа факторов, определяющих момент сваливания раската. Одним из путей повышения устойчивости процесса бескалиберной прокатки является стабилизация положения собственно плоского прямоугольного раската при его деформации за счет увеличения радиусов кривизны нелинейных контуров, образующихся при деформации металла на боковых необжимаемых поверхностях раската, вплоть до бесконечно больших величин, т. е. формирования плоских боковых необжимаемых поверхностей раската.

В связи с этим представляется целесообразным использование неприводных универсальных клеток (НУК) в процессе бескалиберной прокатки для формирования плоских боковых необжимаемых поверхностей раската. Это повышает устойчивость процесса за счет стабилизации положения плоского прямоугольного раската в очаге деформации валков с гладкой бочкой.

На рис. 3, б показан фрагмент технологической схемы, иллюстрирующей условия реализации предложения — схема участка рабочих клеток непрерывного сортопрокатного стана с чередующимся горизонтальным и вертикальным расположением рабочих валков и НУК, установленных на выходной стороне этих рабочих клеток, со схемами формоизменения металла в рабочих клетях участка.

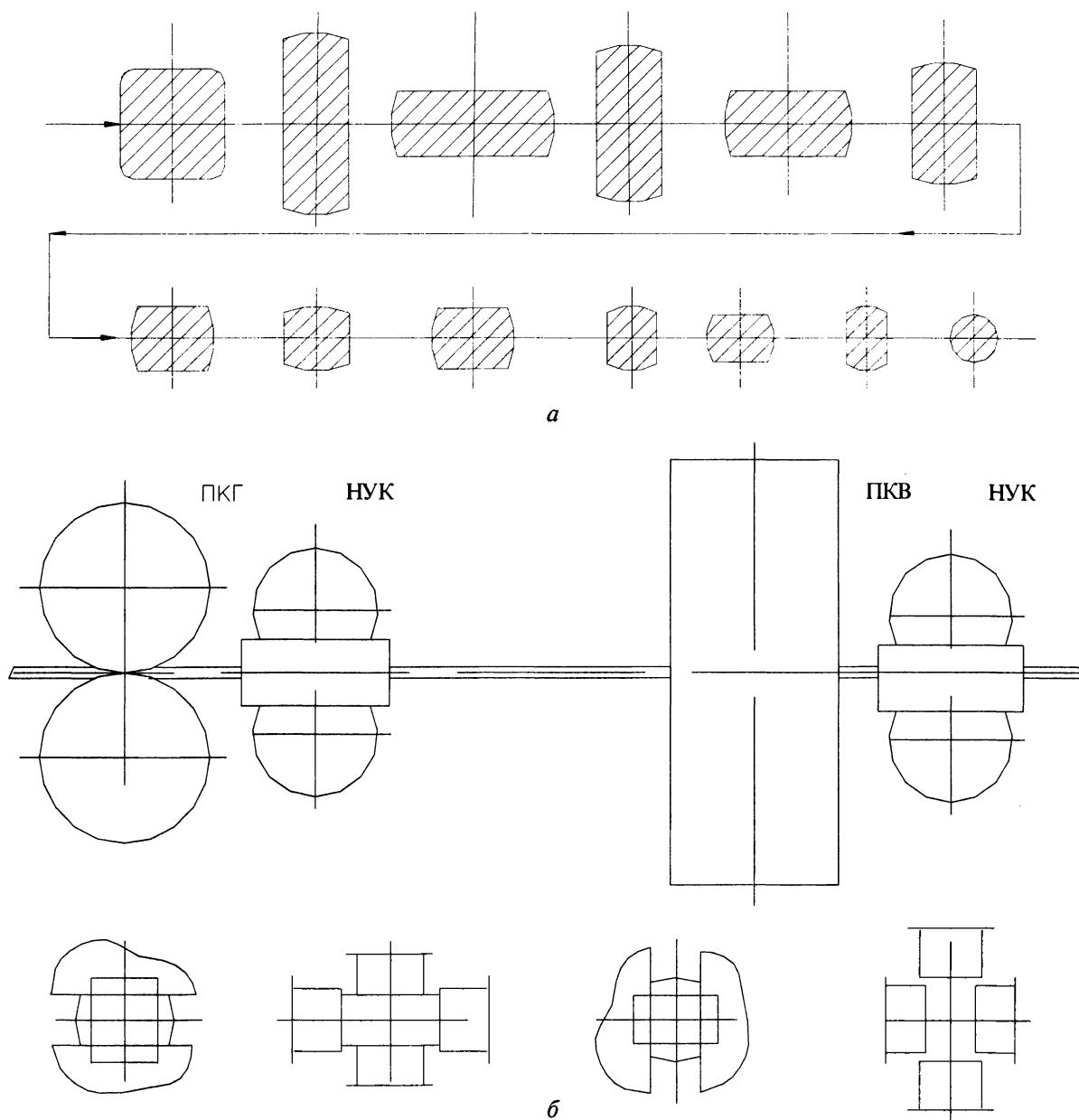


Рис. 3. Схема процесса бескалиберной прокатки: *а* – схема участка рабочих клеток непрерывного сортопрокатного стана с чередующимся горизонтальным и вертикальным расположением рабочих валков и неприводных универсальных клеток, установленных на выходной стороне приводных рабочих клеток; *б* – ПКГ – приводная горизонтальная клетка; ПКВ – приводная вертикальная клетка; НУК – неприводные универсальные клетки со схемами формоизменения металла в рабочих клетках участка при прокатке в валках с гладкой бочкой ПКГ и ПКВ и при деформации металла в универсальном калибре НУК

Процесс бескалиберной прокатки в этом случае происходит следующим образом. Исходную заготовку квадратного сечения прокатывают в первой приводной клетке непрерывного стана. Посредством усилия, развиваемого первой приводной клетью, раскат проталкивается через НУК до захвата его переднего конца рабочими валками последующей приводной клетки, которая, в свою очередь, проталкивает раскат через следующую НУК, а после выхода заднего конца раската из предыдущей приводной клетки извлекает его из предыдущей НУК.

В процессе деформации металла при интенсивном обжатии раската в первой приводной рабочей

клетке с горизонтальным расположением некалиброванных рабочих валков (ПКГ) боковая поверхность раската вследствие поперечного перетекания металла приобретает выпуклую форму, в результате чего получают плоский раскат с выпуклыми боковыми гранями (рис. 3, б). Если раскат такого сечения сразу задать во вторую приводную рабочую клетку с вертикальным расположением некалиброванных рабочих валков (ПКВ), возможно сваливание раската в этой клетке, следствием чего является искажение его формы и размеров. Чтобы не допустить этого и обеспечить устойчивость раската в валках ПКВ, его пропускают через НУК, выполненную в виде

двух пар (горизонтальной и вертикальной) неприводных рабочих роликов с регулируемым зазором между ними, оси которых лежат в одной плоскости. В процессе деформации раската в НУК горизонтальная пара ее валков стабилизирует положение раската в калибре, практически не деформируя металл, а вертикальная пара формирует плоские боковые поверхности раската, в результате чего его сечение приобретает форму прямоугольника с плоскими гранями.

После деформации в НУК раскат в виде прямоугольника с плоскими гранями поступает в ПКВ, где обжимается в противоположном направлении. Деформация металла в комплексе ПКВ–НУК осуществляется аналогичным образом. Однако в данном случае в процессе деформации раската в НУК функции, выполняемые ее горизонтальными и вертикальными валками, изменяются: вертикальная пара ее валков стабилизирует положение раската в калибре, а горизонтальная пара формирует плоские боковые поверхности раската.

Таким образом, с применением НУК раскат прокатывается практически во всех клетях непрерывного сортопрокатного стана за исключением ряда последних клетей, в калибрах которых формируется заданная форма профиля. Реализация предложения позволяет стабилизировать положение прямоугольного раската в очагах деформации валков с гладкой бочкой в процессе бескальберной прокатки и обеспечить тем самым устойчивость и технологичность процесса в целом.

Учитывая это, выполняемая НУК физическая работа невелика — не требует большой мощности, подводимой к НУК прокатываемой полосой от смежных приводных рабочих клетей, собственно НУК может быть выполнена компактной, ее масса при этом по расчетам не будет превышать 5% массы приводной рабочей клетки. Простота конструктивного исполнения НУК позволяет организовать их изготовление силами металлургического предприятия. Оснащение стана достаточным количеством комплектов сменных НУК в этом случае дает возможность расширить область их применения на стане за счет использования в качестве средств обработки металла давлением для выполнения других операций в процессе бескальберной прокатки, не требующих большой установленной или подводимой мощности.

Использование неприводных рабочих клетей в процессе непрерывной двухниточной прокатки

Основным агрегатом для производства мелкосортного проката в отечественной металлургии являлись непрерывные многониточные (двух- или четырехниточные) станы [8].

Принимая во внимание многочисленность непрерывных двухниточных мелкосортных станов, работающих в странах СНГ, для практической

реализации разработанных вариантов реконструкции непрерывных мелкосортных станов, предусматривающих использование нетрадиционных подходов к их реконструкции с применением неприводного рабочего инструмента, разработана схема компоновки приводных (ПК) и неприводных (НК) рабочих клетей.

Техническая возможность реализации технологической схемы двухниточной прокатки, предусматривающей использование неприводного рабочего инструмента, во многом зависит от схемы компоновки существующих ПК и вновь устанавливаемых НК рабочих клетей в линии непрерывного двухниточного стана. Существенным в этом случае являются простота монтажа и демонтажа НК в линии стана; удобство их обслуживания; технологическая гибкость — возможность использования НК для различных задач производства; компактность и низкая металлоемкость НК.

С учетом обеспечения использования всей длины бочки валка ПК была разработана схема компоновки комплекса клетей (блока клетей) ПК–НК, предусматривающая двухниточную прокатку в ПК и одностаночную прокатку каждой из полученных в ПК ниток в двух НК, установленных на выходной стороне ПК. Эта компоновка обеспечивает полное использование бочки валков ПК при простом монтаже и демонтаже легких и компактных НК в линии стана, удобном их обслуживании.

На рис. 4 представлены варианты монтажа НК на привалковом бруске ПК (в плане) в соответствии указанной разработкой.

Указанный блок клетей состоит из горизонтальной ПК и двух НК, смонтированных на привалковом бруске с наружной и внутренней его стороны. НК выполнены с вертикальным расположением рабочих валков, что вызвано технологической необходимостью: изменением направления обжатия металла без кантовки. Схема монтажа НК на поперечном бруске предусматривает возможность их перемещения относительно бруса и ПК параллельно осям ее горизонтальных валков. Перемещение НК, размещенной снаружи ПК ограничено длиной привалкового бруса, а перемещение НК, размещенной внутри выходного окна станины ПК, — габаритами этого окна. Несмотря на то что возможность перемещения НК, установленной с внутренней стороны привалкового бруса, ограничена габаритами выходного окна станины ПК, конструкция блока позволяет использовать всю длину бочек валков ПК.

Разработанная схема компоновки блока клетей ПК–НК позволяет осуществить процесс прокатки с использованием автономных неприводных средств обработки металла давлением — неприводных рабочих клетей в условиях двухниточного стана, что дает возможность практически

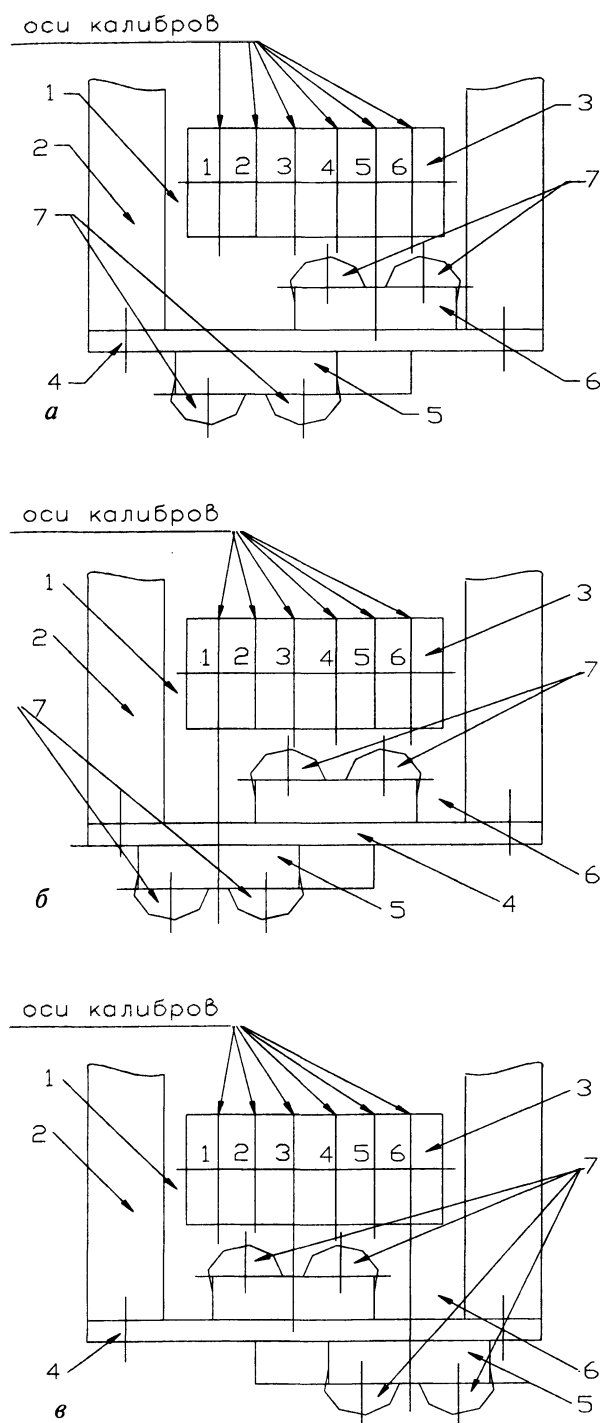


Рис. 4. Варианты монтажа НК на привалковом бруске ПК (в плане): а – при использовании калибров центральной части бочки валков ПК; б и в – при использовании крайних калибров бочки валков ПК; 1 – горизонтальная ПК; 2 – станина ПК; 3 – рабочие валки ПК; 4 – привалковый брус, установленный у выходного окна станины; 5 и 6 – две вертикальные НК, установленные с наружной и внутренней стороны привалкового бруса соответственно; 7 – рабочие валки НК

реализовать разработанные варианты реконструкции двухниточных станов. Ранее выполненные схемные решения компоновки блока клеток ПК–НК позволяли их использовать только при одно-

ниточной прокатке. Применение такого схемного решения компоновки блока клеток ПК–НК в составе непрерывного двухниточного стана позволяет, кроме того, исключить кантовки раскатов, неизбежные в процессе многониточной прокатки, за счет введения в линию стана вертикальных деформирующих калибров. В результате этого обеспечивается деформация полосы в двух взаимно перпендикулярных направлениях без кантовок раската между клетями, отрицательно сказывающихся на его устойчивости, на стадии чистового формирования профиля в однониточных группах клеток стана 250. Установка 3–5 блоков в линию черновой и промежуточной групп стана, где реализуется двухниточная прокатка, позволит полностью исключить необходимость кантовки раскатов между клетями этих групп.

Наличие достаточного количества комплектов сменных НК дает возможность перевода стана на использование заготовок увеличенного сечения, а также расширения сортамента стана. Кроме того, существенно расширяются возможности калибровки валков и выбора схем прокатки профилей сортамента стана, а также новых профилей вследствие введения в процесс двухниточного формирования профиля вертикальных формирующих калибров, т. е. решить задачи реконструкции двухниточных станов.

Использование резерва втягивающих сил в других процессах прокатки

Решая задачу увеличения количества четырех-валковых универсальных формирующих калибров в линии стана при прокатке балочных профилей, в ИЧМ НАН Украины разработана и опробована в условиях непрерывного среднесортного стана 450 АО ЗСМК технология прокатки балочных профилей с использованием неприводных универсальных клеток, основанная на использовании резерва сил трения в очагах деформации приводных рабочих клеток дуо [9–12]. Опробование технологии осуществлялось при производстве двутавровых балок 14 и 16 по ГОСТ 8239 с использованием экспериментального и головного опытно-промышленного образцов НУК.

Область применения НУК на непрерывном сортовом стане, прокатывающем фланцевые профили, может быть расширена за счет ее использования в качестве разрезной клетки при формировании чернового фланцевого раската [11]. Были проработаны варианты промышленного использования предложения, адаптированные для условий конкретных станов.

Результаты исследований, выполненных в промышленных условиях, показали, что использование в технологическом потоке стана неприводных клеток в универсальном четырех- или в двухвалковом варианте в качестве вертикальной или горизонтальной клетки взамен приводных

рабочих клеток дает, кроме того, возможность снизить потери электроэнергии при производстве сортовых профилей на стане за счет исключения энергозатрат на потерю холостого хода и потери в системе «электродвигатель — редуктор — шестеренная клеть» в заменяемых неприводными приводных клетях.

Область применения процессов, основанных на использовании резерва сил трения, в производстве фланцевых профилей была расширена за счет применения неприводных калибров на участках правки готового проката.

Фланцевые профили в процессе их прокатки, термической обработки и охлаждения приобретают местную и общую кривизну и изогнутость в различных плоскостях по их длине. Полное исправление дефектов их геометрической формы на участках правки готового проката действующих станов с помощью многороликовых правильных машин не всегда возможно.

В связи с этим в ИЧМ НАН Украины совместно с ОАО ЗСМК разработан и опробован в условиях стана 450 способ правки фланцевых профилей, предусматривающий использование автономного доправочного устройства окончательной однократной правки с неприводным универсальным калибром (НУКУП), устанавливаемого на выходной стороне горизонтальной роликоправильной машины в непрерывной линии правки стана [13]. Принцип работы НУКУП основан на использовании резерва сил трения на контакте металла с правильными роликами.

Для реализации предложения был разработан, изготовлен и опробован опытный образец неприводного доправочного устройства. Основными требованиями, учитываемыми при проработке вариантов конструкции НУКУП, являлись простота, компактность и небольшая масса при обеспечении жесткости конструкции, определяющей качество правки.

Анализ результатов исследований показал, что применение НУКУП в качестве дополнительного средства однократной правки способствует повышению качества готовой продукции, обеспечивая соответствие ее геометрических параметров требованиям стандартов по нормативам допуска обычной точности. Результаты освоения технологии правки с использованием НУКУП показали, что эффективность ее использования наиболее высока при производстве горячекатаных профилей (угловой стали, швеллеров и балок) повышенной точности для устранения перекоса полок и кривизны стенки — при производстве швеллеров и балок и стабилизации прямого угла между полками — при производстве угловых профилей.

Следует упомянуть о ряде других разработок, в основу которых положен принцип использования резерва сил трения в очаге деформации приводной клетки.

На этом принципе основано усовершенствование процесса производства угловых профилей, используемое на непрерывном мелкосортном стане 320 РУП БМЗ [14]. Здесь предложено использовать оригинальную конструкцию вводной роликовой проводки с неприводным калибрующим роликом. Кроме основных функций, связанных с передачей и направлением раската в калибр, она предназначена для контроля ширины полок предчистового углового раската.

В области производства круглых арматурных профилей основной комплекс новых разработок, в основу которых положена идея использования резерва сил трения в очагах деформации рабочих клеток, посвящен развитию и совершенствованию средств для реализации прокатки-разделения (*slitting-process*). В этом процессе большую часть цикла прокатки полосы на непрерывном стане осуществляет односторонняя деформация металла с формированием многониточного (сдвоенного, строенного и т.д.) раската, соединенного перемычками, который делят в линии стана в продольном направлении, и последующую прокатку с формированием готового профиля осуществляют в две нитки. Продольное разделение многониточного раската на части осуществляют с помощью специальных средств: делительных кассет и устройств для продольного разделения раската с неприводными делительными роликами, устанавливаемых на выходной стороне рабочей клетки, подготавливающей раскат к продольному разделению. Собственно продольное разделение осуществляется за счет расклинивающего действия делительных роликов и резерва сил трения в очаге деформации рабочей клетки.

Новые разработки в этой области производства прокатной продукции направлены на совершенствование как собственно технологического процесса прокатки-разделения, так и средств для его реализации делительных кассет и устройств для продольного разделения раската с неприводными делительными роликами [15].

Не потеряло актуальности при реализации прокатки-разделения обеспечение разделения раската на две равные части (равенства площадей поперечного сечения разделенных раскатов), что также способствует повышению точности прокатки и увеличению тем самым выхода годного.

Учитывая то, что точность разделения закладывается на начальном этапе формирования сдвоенного раската представляется целесообразным использовать универсальный четырехвалковый разрезной калибр, горизонтальными валками которого формировать пережим, соответствующий будущему месту разделения, а вертикальными — стабилизировать его положение в калибре [16]. В связи с тем что коэффициенты вытяжки металла при формировании пережима, соответствующего будущему месту разделения, при про-

катке различных профилазермеров арматурной стали незначительны, в качестве этого разрезного калибра предложено использовать НУК. Схема реализации предложения представлена на рис. 5.

В заключение необходимо отметить, что области использования резерва втягивающих сил трения при непрерывной сортовой прокатке не ограничиваются рассмотренными предложениями и могут быть расширены при решении различных задач производства.

Выводы

Рассмотрены различные аспекты возможного использования резерва втягивающих сил трения при непрерывной сортовой прокатке.

Разработаны схемные решения реконструкции непрерывных мелкосортных станов, предусматривающие использование традиционных и альтернативных подходов, основанных на более полном использовании резерва втягивающих сил трения в очагах деформации приводных рабочих клеток: технологических процессов сортовой прокатки с использованием неприводного рабочего инструмента.

Разработаны предложения по использованию неприводных рабочих клеток и других средств обработки металла давлением с неприводным рабочим инструментом в процессе бескалиберной прокатки и непрерывной двухниточной прокатки, при производстве фланцевых профилей и при реализации прокатки-разделения.

Литература

1. Лохматов А. П., Жучков С. М., Кулаков Л. В. Снижение энергопотребления при непрерывной сортовой прокатке за счет использования резерва сил трения в очагах деформации рабочих клеток: Тр. I конгресса прокатчиков. Магнитогорск, 23–27 октября 1995 г. М.: АО Черметинформация. 1996. С. 190–197.
2. Лохматов А. П., Жучков С. М., Кулаков Л. В. Концепция развития технологии и оборудования непрерывных сортовых прокатных станов при использовании неприводных рабочих клеток // Сталь. 1995. № 5. С. 51–53.
3. Лохматов А. П., Жучков С. М., Кулаков Л. В. Использование резерва втягивающих сил трения в очагах деформации рабочих клеток при непрерывной сортовой прокатке // Сталь. 1996. № 5. С. 27–32.
4. Непрерывная прокатка сортовой стали с использованием неприводных рабочих клеток / А. П. Лохматов, С. М. Жучков, Л. В. Кулаков и др. Киев: Наукова думка, 1998.
5. McBroom H., Macquarrie A. Selection of novel rolling techniques for quality bar production / Metals Technology. 1982. Vol. 9. N1. P. 26–34.

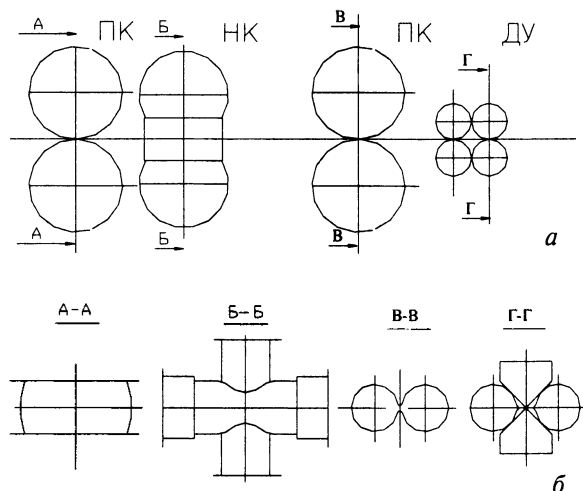


Рис. 5. Схема использования неприводной клетки при реализации прокатки-разделения: ПК — приводные клетки; НК — неприводная клетка; ДУ — делительное устройство

6. Янадзава Т. Бескалиберная прокатка на заводах по производству прутков и катанки // Тэцу то хаганэ. 1982. Т. 68. № 5.
7. Токарев В. А., Марков А. Н. Прокатка в валках без калибров // Черная металлургия. Бюл. ин-та «Черметинформация». 1983. №18. С. 11–16.
8. Прокатные станы: Справ. В 3 т. Т. 2. Средне-, мелкосортные и специальные станы / В. Г. Антипин, С. В. Тимофеев, Д. К. Нестеров и др. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Металлургия, 1992.
9. Жучков С. М. Прокатка балочных профилей с использованием неприводных универсальных клеток // Металлург. 1997. № 4. С. 36–37.
10. Жучков С. М. Использование неприводных универсальных клеток в процессе непрерывной прокатки балочных профилей // Металл и литее Украины. 1997. № 10. С. 27–32.
11. Жучков С. М. Применение неприводных универсальных клеток с разрезным калибром при непрерывной прокатке балочных профилей // Металлург. 1997. № 5. С. 28–29.
12. Жучков С. М. Концепция конструкции неприводных универсальных клеток в системе непрерывного прокатного стана // Черная металлургия. Бюл. ин-та «Черметинформация». 1997. № 10–11. С. 47–55.
13. Экспериментальные исследования правки фланцевых профилей с использованием доправочных устройств в потоке стана 450 / С. М. Жучков, Л. В. Кулаков, А. П. Лохматов и др. // Черная металлургия. Бюл. ин-та «Черметинформация». 1993. № 8. С. 31–35.
14. Использование вводной роликовой проводки при прокатке угловой стали на стане 320/150 / С. М. Жучков, А. Н. Бондаренко, В. Н. Асанов и др. // Сталь. 1995. № 6. С. 45–47.
15. Новые технические решения в области производства проката на стане 320/150 Белорусского металлургического завода / С. М. Жучков, В. А. Токмаков, А. Б. Стеблов и др. // Обзор информ. Сер. Прокатное производство М., 1993. Вып. 2.
16. Жучков С. М. Использование неприводных деформирующих средств в процессе сдвоенной прокатки с продольным разделением раската в потоке стана // Сталь. 1997. № 7. С. 37–41.