

С.М. Жучков, А.П. Лохматов

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

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОРТОПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА



Приведены примеры решения различных технических задач производства, основанные на использовании резерва втягивающих сил трения в очагах деформации рабочих клетей прокатных станов. Показано, что за счет использования неприводных деформирующих устройств в линиях сортопрокатных станов можно решать актуальные задачи производства. Разработаны инновационные технологии, направленные на повышение производительности существующих сортовых и проволочных прокатных станов, расширение их сортамента и перевода на исходную заготовку большего сечения, снижение энергозатрат на нагрев заготовок и прокатку без существенных затрат на техническое перевооружение. Показано, что при строительстве новых станов использование технологических схем с повышенной вытяжной способностью способствует сокращению габаритов прокатного стана и массы устанавливаемого оборудования как за счет уменьшения количества рабочих клетей, так и за счет снижения их массы и массы оборудования линий их привода, а также производственной площади для размещения основного оборудования. Это позволяет существенно снизить объемы капиталовложений при создании новых производственных мощностей.

Ключевые слова: резерв сил трения, многоручьевая прокатка, прокатка-разделение, неприводные клетки, арматурные профили, балочные профили.

Развитие рыночной экономики обуславливает необходимость разработки новых эффективных гибких технологических процессов производства проката самого широкого размерного и марочного сортамента и оборудования для их реализации, обеспечивающих экономию энергоресурсов, сокращение затрат на строительство новых и реконструкцию действующих прокатных станов. Вместе с тем, металлургические предприятия Украины испытывают острую нехватку средств для технического перевооружения установленных производственных мощностей.

Выход из этой ситуации следует искать на пути совершенствования оборудования, технологии и сортамента за счет использования нетрадиционных технических и технологических решений.

В последние годы в практике прокатного производства все большее развитие получают процессы прокатки, основанные на более полном использовании резерва втягивающих сил трения, образующегося в очагах деформации приводных прокатных клетей [1–3].

Одним из наиболее известных нетрадиционных технологических решений, основанных на использовании резерва втягивающих сил трения в очагах деформации рабочих клетей прокатного стана, является процесс многоручьевой прокатки–разделения (МНР) с неприводными делительными устройствами [4]. Этот процесс нашел широкое применение в отечественной и зарубежной практике при производстве сортового проката и, в частности, периодических арматурных профилей [5]. Он характерен тем, что на первой стадии (в черновых калибрах) размеры поперечного сечения раската вдвое, втрое и т.д. больше, чем

при традиционной технологии прокатки, когда из одной заготовки получают один раскат готового профиля. Форма сечения такого раската по проходам обеспечивает получение перед разделением сечения комплексного раската. Затем, как правило, перед третьим (или после него) от последнего против хода прокатки прохода осуществляется продольное разделение комплексного раската на соответствующее количество одиночных раскатов. Эти раскаты прокатываются в последующих рабочих клетях одновременно на столько единиц готового профиля, на сколько частей был разделен комплексный раскат. При сохранении скорости прокатки это обеспечивает соответствующее повышение производительности стана в горячий час.

Продольное разделение комплексного раската на части осуществляется в неприводном делительном устройстве, устанавливаемом вместо выводной арматуры на привалковом брусе рабочей клетки, после которой производится разделение раската.

Усилие проталкивания комплексного раската через неприводное делительное устройство образуется за счет резерва втягивающих сил трения в очаге деформации этой клетки без дополнительного расхода мощности, подаваемой в него.

Процесс прокатки–разделения с неприводными делительными устройствами хорошо вписывается в концепцию развития технологии прокатки сортовых профилей, предусматривающую увеличение производственной мощности существующих сортовых и проволочных станов без существенных капитальных затрат, обеспечивая при этом кроме повышения производительности ряд дополнительных преимуществ.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, практической реализации этого процесса сопутствуют рост производительности сортопрокатного стана, снижение удельного расхода электроэнергии и прокатных валков, уменьшение капиталовложений при

строительстве новых станов. Это существенно повышает рентабельность производства сортового проката. На металлургических предприятиях, где применяются технологии, основанные на процессе прокатки–разделения при производстве арматурных профилей, удельный расход электроэнергии при двухручьевой прокатке уменьшается на 12–25 %, а прокатных валков — до 15 %, при четырехручьевой — до 30 и 20 % соответственно. Особенно эффективно использование процесса прокатки–разделения с неприводными делительными устройствами при производстве сортовых профилей мелкой части сортамента мелкосортных прокатных станов. Объемы производства таких профилей сегодня составляют более половины общего объема производства, а дальнейшее повышение их производительности традиционными технологическими приемами невозможно в связи с достижением максимально допустимых скоростей прокатки [6, 7].

Использованием процесса прокатки–разделения с неприводными делительными устройствами успешно решается задача увеличения вытяжной способности действующих станов при переводе их на использование непрерывнолитых заготовок, как правило, увеличенного сечения [8].

Другим нетрадиционным технологическим решением, основанным на использовании резерва втягивающих сил трения в очагах деформации приводных прокатных клетей, является использование неприводных рабочих клетей, устанавливаемых в межклетьевых промежутках непрерывных сортовых станов [9–11].

Основы такой технологии непрерывной сортовой прокатки, в том числе на уровне изобретений [12, 13], были разработаны в Институте черной металлургии им. З. И. Некрасова НАН Украины. В работе [14] на основании результатов выполненных аналитических и экспериментальных исследований сформулирована технологическая концепция проектирования

комплекса "приводная клеть–неприводная клеть" в системе непрерывного сортового стана. Показаны особенности технологических процессов, основанных на использовании резерва втягивающих сил трения при их практической реализации.

При определенных условиях реализации процесса прокатки сортовых профилей с использованием неприводных рабочих клетей в линии непрерывного стана появляется возможность экономии энергии при прокатке.

Экономия энергозатрат на реализацию процесса происходит за счет двух источников:

1) очевидного — снижение потерь мощности на работу холостого хода и потерь в трансмиссии привода прокатных клетей и

2) установленного в результате исследований — уменьшение энергозатрат на процесс собственно в очаге деформации приводных рабочих клетей, т.е. экономия энергии в системе "раскат–валки".

Результаты аналитических исследований, получившие экспериментальное подтверждение, показали, что при определенных условиях экономия энергии на прокатку с использованием неприводных рабочих клетей может достигать 25 %.

Использование неприводных рабочих клетей позволяет увеличить коэффициент вытяжки в единичной приводной рабочей клетке. Это способствует сокращению габаритов стана и площадей для размещения его основного технологического оборудования. Указанное обстоятельство (с учетом возможности снижения установленной мощности привода стана) позволяет построить технологический прокатный комплекс более высокой вытяжной способности на небольших площадях. Это же обстоятельство обеспечивает возможность перевода реконструируемых станов на большее сечение исходной заготовки без увеличения их габаритов и с сохранением количества приводных рабочих клетей.

Расчеты конструкций неприводных рабочих клетей различного назначения показали,

что масса неприводной рабочей клетки может составлять 5–25 % массы приводной рабочей клетки без учета линии главного привода, которой у неприводной рабочей клетки нет. В то же время вытяжная способность неприводной рабочей клетки с учетом факторов, ограничивающих процесс, достигает 50 % вытяжной способности приводной рабочей клетки. В результате этого при строительстве новых и реконструкции действующих прокатных станов с использованием неприводных рабочих клетей обеспечивается снижение металлоемкости устанавливаемого оборудования на 12–14 %.

Легкие компактные неприводные рабочие клетки и другие средства деформации металла с неприводным рабочим инструментом того или иного исполнения, которые в зависимости от поставленных технологических задач устанавливаются в различных межклетевых промежутках линии непрерывного сортового стана, позволяют решать практические вопросы производства сортового проката широкого размерного и марочного сортамента. Например, есть возможность осуществлять контроль над размерами раската при прокатке полосовых, угловых или фланцевых профилей, выполнять гибочно-калибрующие функции, кантовать раскат между рабочими клетями, выполнять его продольное разделение и т.д., а также совмещать эти функции. Таким образом, использование в линии непрерывного сортового прокатного стана неприводных деформирующих устройств существенно повышает его технологическую гибкость.

И, наконец, последнее. Вследствие того, что мощность, необходимая для осуществления деформации металла в неприводную рабочую клетку, подводится через прокатываемый раскат от приводных клетей, существенно упрощается конструкция инструмента (валков) неприводных рабочих клетей, уменьшаются их габариты и масса. В результате сокращаются площади для размещения сменных рабочих клетей и их валков.

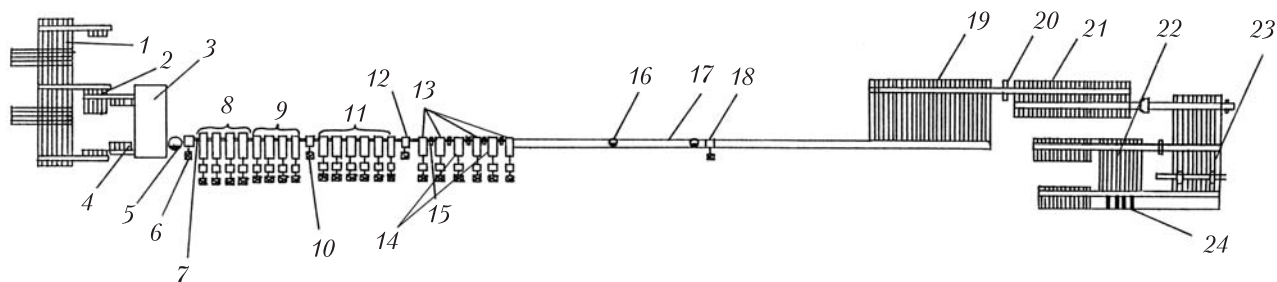


Рис. 1. Схема расположения основного технологического оборудования стана 320: 1 – загрузочная решетка; 2 – устройство для загрузки заготовок; 3 – нагревательная печь; 4 – устройство выдачи заготовок (разгрузочный рольганг); 5 – трайб-аппарат; 6 – маятниковые ножницы; 7 – устройство для удаления окалины; 8, 9 – черновая группа клеток; 10 – ротационные ножницы; 11 – промежуточная группа клеток; 12 – ротационные ножницы; 13 – горизонтальные клетки чистовой группы; 14 – вертикальные клетки чистовой группы; 15 – комбинированные петлерегуляторы; 16 – трайб-аппараты; 17 – устройство для охлаждения проката с рольгангом; 18 – ротационные ножницы; 19 – холодильник; 20 – правильная машина; 21 – цепное переключательное устройство с накопителем; 22 – участок пакетирования фасонного проката; 23 – участок пакетирования пруткового проката; 24 – вязальные машины

На базе изложенных представлений был подготовлен ряд инновационных предложений по решению актуальных задач для конкретных прокатных станов с применением нетрадиционных технологических решений. При этом использовались разработанные теоретические положения, установленные аналитические зависимости, описывающие условия осуществимости процесса и энергосиловое взаимодействие неприводных деформирующих устройств (неприводные рабочие клетки, неприводные делительные устройства) и приводных рабочих клеток при непрерывной сортовой прокатке (например, по переводу непрерывных мелкосортных и проволочных станов 250 на исходную заготовку увеличенного сечения [15, 16]).

Ниже, в качестве примеров, представлены предложения по совершенствованию процесса четырехниточной прокатки–разделения с использованием неприводных рабочих клеток на стане 320 Белорусского металлургического завода, а также по расширению сортамента и повышению эффективности производства сортового проката с применением неприводных делительных устройств и неприводных универсальных клеток на стане 550 завода им. Петровского.

Непрерывный мелкосортный стан 320 Республиканского унитарного предприятия "Белорусский металлургический завод" (РУП БМЗ) включает три группы клеток:

- ✦ черновую, состоящую из четырех горизонтальных клеток 560 и четырех горизонтальных клеток 450;
- ✦ промежуточную группу, состоящую из шести горизонтальных клеток 335;
- ✦ чистовую группу, в состав которой входит одна вертикальная, одна комбинированная и четыре горизонтальные клетки 280.

В соответствии с проектом в качестве исходной используется непрерывнолитая и катаная заготовка сечением 125×125 мм. Схема расположения основного технологического оборудования стана представлена на рис. 1.

РУП БМЗ является пионером среди металлургических предприятий стран СНГ в освоении процесса многоручьевого прокатки–разделения с использованием неприводных деформационно-делительных устройств, конструкция которых постоянно совершенствуется.

В развитии технологий, основанных на процессе прокатки–разделения с использованием делительных устройств при производстве профилей для армирования железобетонных

конструкцій на стане 320, можно выделить несколько этапов:

- ✦ совершенствование конструкции делительных устройств, входящих в комплект поставки оборудования;
- ✦ повышение эффективности технологии двухниточной прокатки–разделения;
- ✦ разработка и совершенствование конструкции неприводного деформационно-делительного устройства;
- ✦ разработка и освоение технологии прокатки–разделения с делением раската на три нитки;
- ✦ разработка и освоение процесса прокатки–разделения с делением раската на четыре нитки;
- ✦ совершенствование технологии многоручьевого прокатки арматурных профилей малых сечений (№№ 10–16), прокатываемых по технологиям двух- (МПР×2), трех- (МПР×3) и четырехниточной (МПР×4) прокатки–разделения, с целью повышения равномерности механических свойств и массы одного погонного метра профиля по длине плавки-партии.

Принципиальная технологическая схема многоручьевого четырехниточной прокатки–разделения из заготовки сечением 125×125 мм представлена на рис. 2. Прокатка в черновой группе клеток производится с применением системы калибров "овал–круг". Используются плоские овалы, которые легче удерживаются проводками и более устойчивы при кантовке. Особенности технологии прокатки–разделения в четыре нитки, реализуемой на стане 320, следующие:

- ✦ в клетки 14 начинается формирование раската, имеющего форму четырех профилей, соединенных широкими перемычками;
- ✦ клетка 15 не используется;
- ✦ в клетки 16 формируется раскат с уменьшенной толщиной перемычек между профилями;
- ✦ клетка 17 не используется;
- ✦ в клетки 18 окончательно формируются перемычки, соединяющие части раската круглого сечения (на выходе из клетки установ-

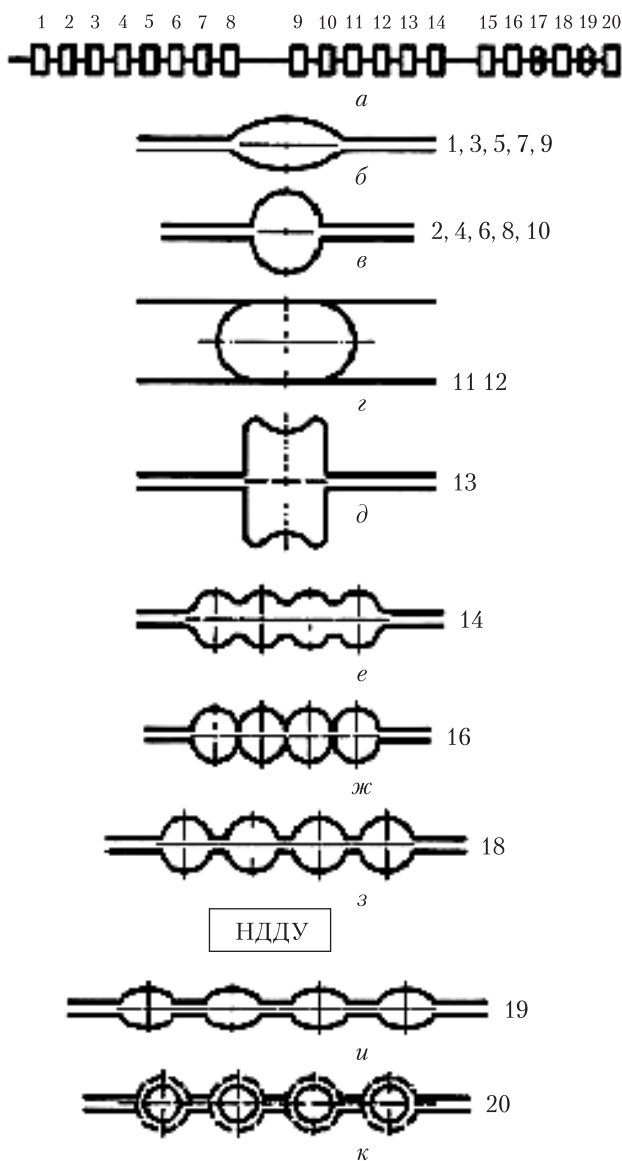


Рис. 2. Схема линии стана (а) и калибров валков (б–к) при реализации четырехручьевого прокатки–разделения арматуры № 10 (1–8 – черновая непрерывная группа, 9–14 – промежуточная непрерывная группа, 15–20 – чистовая непрерывная группа)

лено неприводное деформационно-делительное устройство с двумя парами роликов; продольное разделение раската на четыре нитки осуществляется за счет расклинивающего действия первой пары роликов на крайние части раската; затем внут-

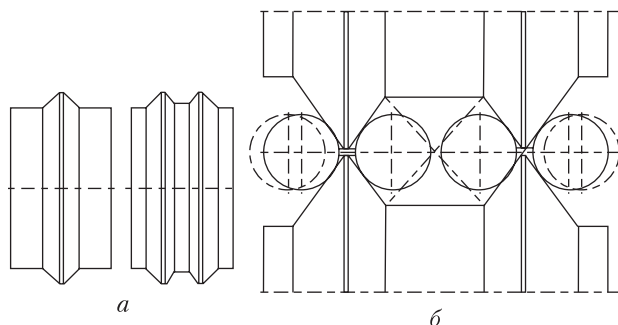


Рис. 3. Схема продольного деления раската в четыре нитки делительным устройством с двумя парами неприводных роликов: *а* — делительные ролики; *б* — схема работы делительных роликов

ренный сдвоенный раскат делится второй парой роликов; разделенные раскаты имеют форму круга);

- + в клети 19 прокатываются четыре овала;
- + в клети 20 прокатывается готовый профиль в четыре нитки.

Схема процесса деления раската на четыре нитки и форма делительных роликов показана на рис. 3.

Анализ опытных данных по 112-и плавкам за полугодовой период работы стана показал, что 100 % образцов для определения массы погонного метра арматурного профиля соответствовали требованиям стандарта ТУ РБ 04778771.001-97. Это свидетельствует о стабильности процесса формирования и продольного деления раската.

Основные преимущества четырехручьевого прокатки–разделения с использованием неприводных деформационно-делительных устройств основываются:

- + на увеличении производительности стана на 16–27 % для арматурных профилей №№ 10 и 12 соответственно по сравнению с трехручьевого прокатки–разделением, а также на более чем трехкратном увеличении часовой производительности стана по сравнению с однониточной прокаткой;
- + на снижении удельных затрат электроэнергии и расхода валков;

- + на снижении угара металла в печи, благодаря уменьшению продолжительности нагрева из-за уменьшения цикла прокатки. При этом расходный коэффициент в среднем составляет 1,029 — для арматурного профиля № 10 и 1,030 — для профиля № 12 при норме 1,033.

К основным недостаткам четырехручьевого прокатки–разделения с использованием неприводных деформационно-делительных устройств необходимо отнести следующие:

- + уменьшение "укова" металла, т.к. суммарная вытяжка в 1,3 раза меньше, чем при трехниточной прокатки–разделении, что может оказывать влияние на степень выкатываемости дефектов непрерывнолитой заготовки;
- + увеличение количества раскатов, получаемых из заготовки одной и той же массы, что приводит к уменьшению их длины, а следовательно, к увеличению доли пауз в общем цикле прокатки и увеличению концевой обрезки.

Для решения задачи повышения эксплуатационной стойкости неприводных делительных роликов предложено их изготавливать из твердосплавных материалов. Для снижения негативного влияния на эффективность процесса первых двух недостатков было предложено осуществлять прокатку из исходной заготовки увеличенного сечения размерами 140×140 мм.

Площадь исходной заготовки сечением 140×140 мм превышает площадь заготовки сечением 125×125 мм на 25 %. Избыток металла по сечению предложено распределить по клетям черновой группы следующим образом: в клети № 1 калибр оставить прежним, однако зазор увеличить в два раза — с 15 до 31 мм. В остальных клетях черновой группы применить новые калибры и их настройку. Из клети 8 получают раскат диаметром 54 мм — против 47 мм при прокатке из заготовки сечением 125×125 мм. К 12-й клети разность площадей сечения раската по новой и старой калибровке снижается до 55 мм² (5,5 %). Эта разница убирается за счет применения блока неприводных рабочих клетей, установленных

за клетью 12 взамен клетки 13. Схема установки блока неприводных рабочих клеток за приводной рабочей клетью 12 показана на рис. 4. Деформация раската в блоке неприводных рабочих клеток осуществляется за счет усилия проталкивания от приводных валков клетки 12. При этом блок выполняет следующие технологические функции: контролирует ширину раската за счет обжатия кромок полосы без кантовки, осуществляет доправку раската вдоль длинной оси сечения и стабилизацию его в межклетьевом промежутке перед подачей в клетку 14. Остальные калибры и параметры прокатки в них изменений не претерпели.

С целью оценки нагрузок на валки и главные линии приводов клеток при переходе на исходную заготовку увеличенного сечения были выполнены расчеты энергосиловых, температурно-скоростных и технологических параметров процесса. Установлено, что моменты и мощности прокатки по приводным рабочим клетям не превышают допустимых значений.

При формировании многоручьевого раската необходимой технологической операцией является контроль его ширины, обеспечивающий, с одной стороны, требуемую точность прокатки, а с другой — повышающий стабильность процесса многоручьевого 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 его кантовкой на 90° и последующей раскантовкой. Это существенно усложняет условия реализации процесса и снижает его стабильность, что отрицательно сказывается на эффективности производства сортового проката методом многоручьевого прокатки-разделения.

Кроме того, в этом случае для выполнения малоэнергозатратной, но функционально необходимой технологической операции — контроля ширины раската — используется

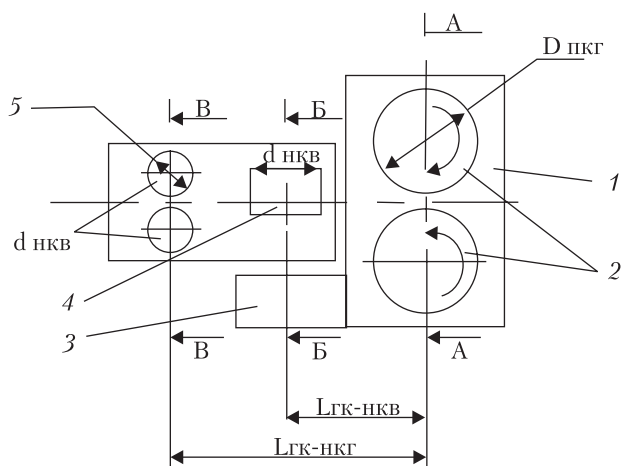


Рис. 4. Схема установки блока неприводных рабочих клеток в линии непрерывного прокатного стана: 1 — приводная рабочая клетка с горизонтально расположенными валками (2); 3 — поводковый брус с выходной стороны приводной рабочей клетки; 4 — неприводная рабочая клетка с вертикальными валками; 5 — неприводная рабочая клетка с горизонтальными валками

приводная рабочая клетка. Указанное обстоятельство снижает эффективность использования энергии на реализацию процесса прокатки. Это также ведет к снижению эффективности производства при реализации процесса многоручьевого прокатки-разделения с применением стандартного технологического оборудования непрерывного сортопрокатного стана. Успешное использование для аналогичных целей на непрофилированном раскате (после клетки 12) блока неприводных рабочих клеток позволило рекомендовать его для использования и в процессе формирования профилированного (комплексного) раската. Например, после клеток 14 и 16 или — и там, и там.

Схема расположения калибров, используемая в приводных и в неприводных прокатных клетях, представлена на рис. 5.

Полунепрерывный стан 550 (рис. 6) расположен в две линии и включает 8 рабочих клеток. Клетка 1 — обжимная реверсивная, клетки 2–8 — объемно-напряженные, расположены последовательно и работают по принци-

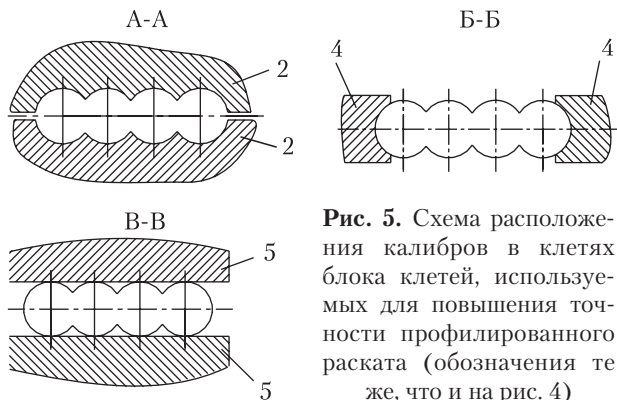


Рис. 5. Схема расположения калибров в клетях блока клетей, используемых для повышения точности профилированного раската (обозначения те же, что и на рис. 4)

пу "клеть-проход". Клетки 2–3 и 5–6 попарно образуют две непрерывные группы. За клетью 7 по ходу технологического процесса предусмотрено место для установки клетки 7а, и тогда может быть образована третья непрерывная группа.

По проекту стан 550 был специализирован для прокатки автоободов, периодических профилей с незначительной долей в сорimente профилей общего назначения. Однако в настоящее время в сорименте стана преоб-

ладающими стали профили общего назначения. Рынок проката такого сортамента в основном уже сложился и для успешной конкуренции на стане 550, специализированном на другие профили, требуется провести мероприятия по снижению себестоимости производства продукции, повышению ее качества, освоению новых профилей с минимальными затратами.

Предлагаются два пути решения этой проблемы: а) использование процесса прокатки-разделения и б) использование технологии, предусматривающей применение неприводных универсальных клетей.

Схема реализации предложения по прокатке арматурного профиля № 16 в три нитки из заготовки сечением 100×100 мм представлена на рис. 7. Продольное разделение раската в предлагаемой схеме осуществляется после клетки 5 с помощью разделительной привалковой арматуры. Выпускающей (чистовой) клетью принята клеть 7. Это позволяет уменьшить падение температуры разделенных раскатов и уменьшить трудности по их транспор-

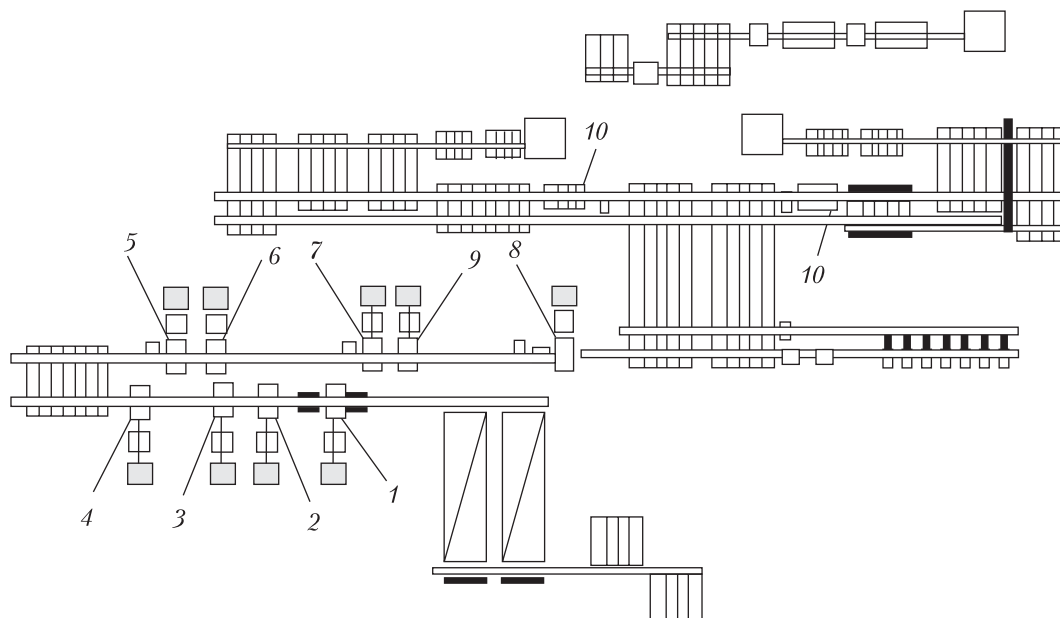


Рис. 6. Схема расположения основного технологического оборудования стана 550: 1 – реверсивная клеть дуо; 2–8 – однопроходные клетки дуо; 9 – место установки однопроходной клетки дуо 7а; 10 – правильные машины

тированию перед последним пропуском. Перед клетью 7 необходима установка трехручьевого трайбаппарата, оснащенного кантующими роликowymi проводками на выходной стороне. Для предупреждения перепутывания разделенных раскатов на рольгангах между клетями 5, 6 и 7 следует установить отбойники, разделяющие поле рольганга по ширине на три зоны. Исходя из предельной длины раската, передаваемого шлеппером с первой на вторую линию стана, можно использовать заготовку указанного выше сечения длиной не более 2,3 м. Тогда из клетки 7 на отводящий рольганг будет выдаваться пакет из трех раскатов длиной 37–38 м.

Возможно, потребуют дополнительной проработки вопросы транспортирования пакета проката к пилам, порезки, охлаждения и отделки. Кроме того, нужно будет обеспечить нарезку ручьев чистовых калибров для прокатки арматуры (в настоящее время завод не располагает соответствующим оборудованием). В целом, несмотря на необходимость дополнительной проработки ряда технических и экономических вопросов, организация на стане 550 производства арматурного проката с использованием процесса продольного разделения раската в потоке стана технически возможна и не требует значительных мероприятий по реконструкции.

Разработан вариант использования процесса прокатки–разделения, обеспечивающий выпуск из стана двух ниток профиля равнополочного уголка 70×70×6–7 мм взамен существующей однониточной прокатки. Это позволяет практически в два раза увеличить производительность стана в горячий час при неизменной скорости прокатки в чистовой клетке.

Формирование сдвоенного профиля раската и подготовка его к продольному разделению осуществляется в клетях 2, 4 и 5 (см. технологическую схему, приведенную в таблице). Продольное разделение раската производится делительным устройством, устанавли-

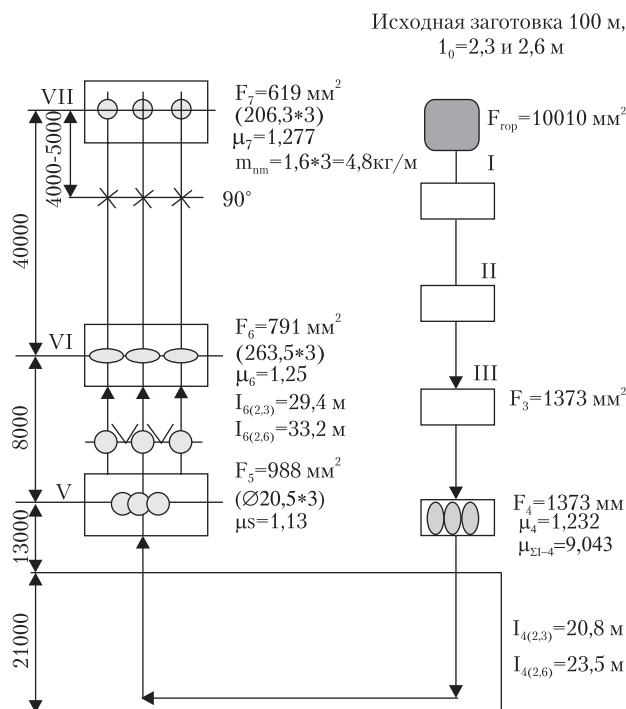






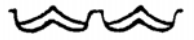

Рис. 7. Технологическая схема реализации предложения с использованием процесса прокатки–разделения при производстве арматурного проката

ливаемым на выходе из клетки 5. Последующая прокатка в клетях 6, 7 и 8 осуществляется в две нитки по действующей на стане калибровке. Параметры исходной заготовки выбираются, исходя из условий раскроя готового проката и возможностей обжимной клетки 1. Ограничений по нагреву заготовок, температурным, скоростным и энергосиловым параметрам ожидать не следует, так как раскат из двух уголков № 7 по массе погонного метра и параметрам деформации близок к швеллеру № 16, прокатываемому на стане.

При разработке нового процесса следует обеспечить предотвращение перепутывания раскатов после разделения, порезку пакета из двух раскатов на пилах горячей резки, нормальную передачу на холодильник.

Эффективность использования процесса прокатки–разделения при производстве угловых профилей обеспечивается благодаря сни-

Технологическая схема производства углового профиля 70×70×6 мм с применением процесса прокатки–разделения

Исходная заготовка: 100×200 мм; $F = 21570 \text{ мм}^2$; $l = 3 \text{ м}$; $P = 508 \text{ кг}$							
№ клетки	№ калибра	Форма калибра	Размеры раската			Коэффициент вытяжки	Длина раската, м
			высота, мм	ширина, мм	площадь поперечного сечения, мм ²		
2	6		61	206,5	9056		7,15
3	—	—	—	—	—	—	—
4	5		54	212,2	6063,3	1,49	10,68
5	4		47,4	216,4	$\frac{4392,4}{2196,2}$	1,38	14,74
6	3		45,5	109	$\frac{2897,2}{1448,6}$	1,52	22,35
7	2		43,5	110,3	$\frac{1925,8}{962,9}$	1,50	33,60
8	1		49,5	99,4	$\frac{1635,6}{817,8}$	1,18	39,60

жению себестоимости производства за счет увеличения производительности, уменьшению энергозатрат, расхода валков, металла и др. показателей. Кроме того, появляется возможность освоения производства более мелких профилей проката.

Существенные возможности открываются и при освоении производства двутавровых балок, которые до настоящего времени на этом стане не производились. Наиболее эффективно деформация металла при производстве фланцевых профилей и особенно двутавровых балок осуществляется в универсальных калибрах. В связи с этим в последние годы определилась тенденция к увеличению универсальных калибров до 5–9 в линиях непрерывных и полунепрерывных станов, производящих балочные профили. Однако на неспециализированных станах, прокатывающих наряду с балочными и другие профили, применение универсальных клетей, отличаю-

щихся конструктивной сложностью и высокой стоимостью, экономически невыгодно. Более простым и сравнительно недорогим путем увеличения количества универсальных калибров является применение съемных неприводных универсальных клетей (НУК) без реконструкции существующего технологического оборудования. НУК и оборудование для их установки просты и компактны. Это подтверждено опытом их освоения на стане 450 Запсибметкомбината (РФ). Наиболее эффективно размещать НУК в промежутке двух смежных приводных клетей, работающих в режиме непрерывной прокатки. В этом случае задняя по ходу прокатки приводная клетя проталкивает передний конец раската через НУК вплоть до захвата его передней клетью. Затем идет прокатка одновременно в трех клетях, а по выходу заднего конца раската из задней клетки он протягивается через НУК передней клетью, где и докатывается.

Стан 550 подходит для применения НУК. Здесь имеются две действующие непрерывные группы — клетки 2–3 и 5–6. Предусмотрена возможность создания третьей непрерывной группы — клетки 7–7а. Разработано пять вариантов применения НУК на стане 550 при различных сочетаниях указанных непрерывных групп и после чистовой клетки (для горячей правки проката). Их реализация обеспечивает увеличение количества формирующих калибров без увеличения габаритов стана, повышение его технологической гибкости путем расширения возможностей калибровки и выбора схем прокатки, развитие сортамента стана.

При реализации предложений не требуется значительной переделки основного технологического оборудования стана. Новое оборудование должно быть простым, компактным и малотоннажным.

Таким образом, приведенные примеры решения различных технических задач производства подтверждают, что использование резерва втягивающих сил трения в очагах деформации рабочих клетей прокатных станов за счет применения неприводных деформирующих устройств позволяет решать актуальные задачи при разработке инновационных технологий для:

- ✦ повышения производительности существующих сортовых и проволочных прокатных станов;
- ✦ расширения их сортамента и перевода на исходную заготовку большего сечения;
- ✦ снижения энергозатрат на нагрев заготовок и прокатку без существенных затрат на техническое перевооружение.

При строительстве новых станов использование технологических схем с повышенной вытяжной способностью способствует сокращению габаритов прокатного стана и массы устанавливаемого оборудования как за счет уменьшения количества рабочих клетей, так и за счет снижения их массы и массы оборудования линий их привода, а также произво-

дственной площади для размещения основного оборудования. Это позволяет существенно снизить объемы капиталовложений при создании новых производственных мощностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перспективы развития процессов непрерывной прокатки сортовой стали, основанных на использовании резерва втягивающих сил трения в очагах деформации рабочих клетей. С.М. Жучков, А.П. Лохматов, Л.В. Кулаков, Э.В. Сивак // Труды второго конгресса прокатчиков. Череповец, 27–30. 1997 г. — М.: АО "Черметинформация". — 1998. — С. 251–260.
2. Жучков С.М. Использование резерва втягивающих сил трения в процессе непрерывной сортовой прокатки // Литье и металлургия. — 2002. — № 4. — С. 166–174.
3. Научные и технологические основы использования резерва втягивающих сил трения при непрерывной сортовой прокатке. А.П. Лохматов, С.М. Жучков, Л.В. Кулаков, Э.В. Сивак // Теория и практика металлургии. — 1977. — № 3. — С. 17–20.
4. Ioneoka H. New slit-rolling technology for steel bare // Seaisi quarterly/ — 1985. — v.14. — № 4. — P. 50–61, 66, 67.
5. 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. Тематический сборник научных трудов под редакцией проф. И.Г. Узлова // М.: Металлургия, 1989. — С. 191–197.
6. Производство мелкого сорта и катанки с использованием многоручьевого прокатки–разделения. Г.М. Шульгин, В.П. Морозов, В.Ф. Губайдулин и др. Обзор по схеме Информсталь // М.: Черметинформация. — 1987. — Вып. 25 (301). — 25 с.
7. 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. инта Черметинформация. — 1989. — № 1. — С. 66–68.
8. Применение нетрадиционных технологических решений при прокатке на сортовых станах заготовок увеличенного сечения. С.М. Жучков, Э.В. Сивак, И.И. Букреев и др. // Сталь. — 2001. — № 1. — С. 39–42.
9. Теряев В.А., Жучков С.М., Лохматов А.П. Производство балочных профилей с использованием неприводных универсальных клетей // Сталь. — 1989. — № 11. — С. 55–58.

10. Лохматов А.П., Жучков С.М., Кулаков Л.В. Технология непрерывной прокатки сортовой стали с использованием неприводных рабочих клетей // Металл и литье Украины. — 1994. — № 9, 10. — С. 16–19.
11. Концепция развития технологии и оборудования непрерывных сортовых прокатных станов при использовании неприводных рабочих клетей. Лохматов А.П., Жучков С.М., Кулаков Л.В. // Сталь. — 1995. — № 5. — С. 51–53.
12. А.с. 966976 (СССР). Способ непрерывной прокатки двутавровых профилей. Кугушин А.А., Беспалов В.Н., Лабецкий Ю.О. и др. // Б.И. — 1984. — № 7.
13. А.с. 1284617 (СССР). Способ прокатки балочных профилей на непрерывных сортовых станах. В.А. Теряев, С.М. Жучков, А.П. Лохматов и др. // Б.И. 1986. — № 3.
14. Непрерывная прокатка сортовой стали с использованием неприводных рабочих клетей. А.П. Лохматов, С.М. Жучков, Л.В. Кулаков и др. // К.: Наук. думка, 1998. — 242 с.
15. Целесообразность применения неприводных деформирующих устройств в условиях мелкосортных станов комбината "Криворожсталь". Жучков С.М., Любимов И.М., Кулаков Л.В. и др. // Теория и практика металлургии. — 2001. — № 2 (22). — С. 51–55.
16. Нетрадиционный путь перевода сортовых и проволочных станов на использование заготовок увеличенного сечения. С.М. Жучков, Л.Ф. Литвинов, А.Ю. Оробцев и др. // Труды четвертого конгресса прокатчиков, Магнитогорск, 16–19 октября 2001 г. — М.: Черметинформация. — 2002. — С. 263–268.

С.М. Жучков, О.П. Лохматов

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СОРТОПРОКАТНОГО ВИРОБНИЦТВА

Наведено приклади рішення різних технічних задач виробництва, засновані на використанні резерву утягуючих сил тертя в осередках деформації робочих клітей прокатних станів. Показано, що за рахунок використання непривідних деформуючих пристроїв в лініях сортопрокатних станів можна вирішувати актуальні задачі виробництва. Розроблено інноваційні технології, спрямовані на підвищення продуктивності діючих сортових та дротових прокатних станів, розширення їхнього сор-

таменту та перевodu на вихідну заготовку більшого перерізу, зниження енерговитрат на нагрівання заготовок і прокатку без суттєвих витрат на технічне переозброєння. Показано, що при будівництві нових станів використання технологічних схем з підвищеною витяжною здатністю сприяє скороченню габаритів прокатного стану і маси обладнання, що відбувається як за рахунок зменшення кількості робочих клітей, так і за рахунок зниження їхньої маси та маси обладнання ліній їхнього приводу, а також виробничої площі для розміщення основного обладнання. Це дає можливість суттєво знизити об'єми капіталовкладень при створенні нових виробничих потужностей.

Ключові слова: резерв сил тертя, багаторівчачока прокатка, прокатка–розділяння, непривідні кліті, арматурні профілі, балкові профілі.

S.M. Zhuchkov, A.P. Lokhmatov

THE INNOVATION TECHNOLOGIES OF SECTION ROLLING PRODUCTION

The examples of solving of different technical problems of production based on using of reserve of drawing frictional forces in deformation zones of working stands of rolling mills are given. It is shown, that using non-driving deformation facilities in lines of section rolling mills one can solve relevant production problems. The innovation technologies, which are created to rise the productivity of existing section and wire rolling mills, to increase their variety, to switch of source material stock with bigger section, to reduction of energy consumption on heating of raw stocks and to make rolling without essential expenses on technical reequipment. It is shown that during the construction of new mills, flow charts with enhanced outtake ability conduce to reduction of rolling mill overall dimensions and installing equipment mass at the expense of both decreasing working stands number and decreasing of their mass and mass of equipment of their driver lines and also at the expense of production floor space for main equipment. It allows disinvestment during creation of new production capacities.

Keywords: reserve of frictional forces, multislitt rolling, dividing rolling, non-driving stands, reinforcing bars, beam profiles.

Надійшла до редакції 14.02.07.