



*The development of metallurgical branch in current conditions stipulates the necessity of increasing of the technological processes efficiency of the rolled products production, which provide economy of energy resources, reduction of building costs of the new and reconstruction of operating plants.*

*Tendency to enlargement of the primary part for small-section and wired mills, connected with transfer to continuous casting, arouses the necessity of their reconstruction for the purpose of increasing of discharge ability.*

*В. И. ТИМОШПОЛЬСКИЙ, ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова» НАН Беларуси,  
Н. В. АНДРИАНОВ, РУП «Белорусский металлургический завод»,  
С. М. ЖУЧКОВ, Институт черной металлургии НАН Украины,  
А. Н. БОНДАРЕНКО, В. А. ТИЩЕНКО, Л. В. КУЛАКОВ, РУП «БМЗ»*

УДК 621.771.25.04.001.5

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОКАТКА–РАЗДЕЛЕНИЕ

### Введение

Задачи повышения эффективности производства сортового проката и катанки могут быть наиболее успешно решены за счет использования процесса многоручьевого прокатки с продольным разделением раската в потоке стана (прокатки – разделения) [1–3]. Этот процесс нашел широкое применение в отечественной и зарубежной практике при производстве сортового проката, в частности арматурных профилей периодического профиля [4, 5]. Процесс прокатки – разделения (ПР) хорошо вписывается в концепцию развития технологии прокатки сортовой стали, предусматривающую увеличение производственной мощности существующих сортовых и проволочных прокатных станов без существенных капитальных затрат [6], обеспечивая при этом, кроме повышения производительности, ряд дополнительных преимуществ, в частности снижение энергозатрат и затрат материальных ресурсов. 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. Указанные обстоятельства обеспечивают повышение рентабельности производства сортового проката. Так, на металлургических предприятиях, где применяется технология ПР при производстве арматурной стали, удельный расход электроэнергии при двухручьевого ПР уменьшился на 12–25%, при четырехручьевого – до 30%; при двухручьевого ПР по сравнению с обычным двухниточным станом удельный расход валков снижается примерно на 15%, а при четырехручьевого – на 20% [6].

Процесс ПР в последние годы получил особенно широкое развитие при производстве арматурного проката мелких сечений. Основой для развития процесса ПР при производстве этих

профилей послужили результаты работ отечественных и зарубежных исследователей и разработчиков, в которых предложены различные варианты разделения многониточного раската в потоке стана.

### Анализ различных подходов реализации процесса прокатки–разделения

В настоящее время существуют два подхода к реализации этого процесса. По одному из этих подходов продольное разделение раската с толстой перемычкой осуществляют в двухручьевого разделительных калибрах, размещаемых в приводных рабочих клетях стана [8–13].

Согласно одному из вариантов этой технологии, разработанной специалистами Донецкого государственного технического университета (ДонГТУ) совместно с НПО «Доникс» и металлургическим комбинатом «Криворожсталь», из подката квадратного или прямоугольного сечения первоначально формируют сдвоенный раскат, состоящий из двух раскатов квадратного сечения, соединенных между собой толстой перемычкой. Продольное разделение такого раската производят в разрезном сдвоенном (двухручьевого) калибре приводной рабочей клетки. Полученные после разделения каждый из двух раскатов квадратного сечения прокатывают в последующих предчистовых овальных и чистовых арматурных калибрах на готовый профиль. На рис. 1, а показана технологическая схема реализации процесса по этому подходу по данным работы [7].

По другому подходу (рис. 1, б) продольное разделение раската с тонкой перемычкой осуществляют с помощью автономных делительных средств с неприводным рабочим инструментом (выводной разделительной привалковой арматуры), установленных на выходной стороне приводной рабочей клетки, которая производит подготовку раската к продольному разделению [4, 5, 9, 10].

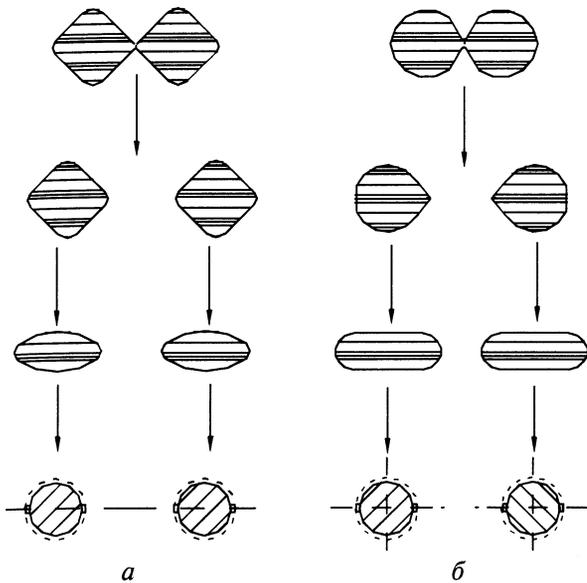


Рис. 1. Технологические схемы реализации процесса прокатки-разделения: а – по первому подходу (разделение валками); б – по второму подходу (разделения неприводными делительными устройствами)

Согласно данной технологии, из подката ромбического сечения первоначально формируют подготовительный профиль, для чего используют квадратный калибр с выпуклыми гранями, врезанный на диагональ. Полученный раскат, скантованный на 45°, прокатывают в двухручьевом калибре, где получают профиль в виде двух раскатов круглого сечения, соединенных между собой толстой перемычкой. В двухручьевом калибре последующей рабочей клетки этот раскат подготавливают к продольному разделению путем утонения перемычки, а собственно разделение раската осуществляют в выводной привалковой арматуре этой рабочей клетки с помощью специального делительного устройства [11–13] с неприводными делительными роликами за счет их расклинивающего действия. Дальнейшую прокатку, как и в предыдущем случае, ведут в две нитки в последующих предчистовых овальных и чистовых арматурных калибрах.

На рис. 2 показана схема работы системы «рабочая клетка – делительное устройство с одной парой делительных роликов».

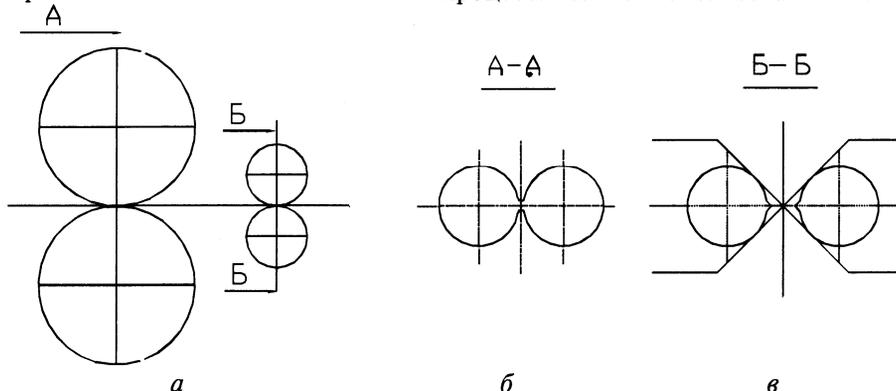


Рис. 2. Схема работы системы «рабочая клетка – делительное устройство с одной парой делительных роликов»: а – поперечное сечение сдвоенного раската; б – схема калибра роликов делительного устройства

Каждому из этих подходов присущи соответствующие достоинства и недостатки.

К достоинствам первого подхода (разделения полосы рабочими валками) можно отнести:

- возможность разделения крупных сечений, например слябов на заготовки;
- отсутствие дополнительных делительных устройств (использование только существующего технологического оборудования стана);
- возможность реализации процесса на линейных (устаревших) станах.

Достоинствами второго подхода (разделения полосы автономными неприводными делительными устройствами) являются:

- высокая точность разделения;
- высокое качество зоны разделения;
- высокая стабильность процесса при производстве мелких профилирумеров проката.

Основным преимуществом подхода, основанного на использовании автономных неприводных делительных устройств, служит эффективное использование установленной мощности прокатного стана. В отличие от первого подхода, где для выполнения малоэнергоёмких, но ответственных технологических операций (собственно продольного разделения раската) используются агрегаты большой установленной мощности (прокатные клетки), здесь применяют компактные неприводные делительные устройства

Несмотря на то что обе разновидности процесса прокатки – разделения нашли широкое применение в отечественной и зарубежной практике производства сортового проката, нам представляется более предпочтительным использование подхода к реализации процесса прокатки – разделения, основанного на использовании автономных неприводных делительных устройств как наиболее энергоэкономного процесса.

### Совершенствование технологических схем реализации процесса прокатки-разделения с использованием автономных неприводных делительных устройств

Первые упоминания о широкой промышленной реализации процесса ПР относятся к концу 60-х годов. Освоение в промышленных масштабах процесса ПР с использованием автономных не-

приводных делительных устройств при производстве арматурного проката в условиях непрерывного мелкосортно-проволочного стана 320/150 (в настоящее время – стан 320) РУП «БМЗ» послужило толчком к развитию этого процесса в практике отечественного производства проката [9, 10].

По проекту при прокатке профилей сортамента стана 320/150 БМЗ в черновой группе клетей используется унифицированная система калибров валков, где в двух первых клетях использовались ящичные калибры, обеспечивающие получение раската квадратного сечения со стороной 100 мм из квадратной непрерывнолитой заготовки размером 125x125мм. В остальных клетях восьмиклетьевой черновой группы применялись калибры вытяжной системы «ромб-квадрат». Режим обжатий в черновой группе был выбран таким образом, что в зависимости от формы и размеров готового проката в последней клетке черновой группы получают квадрат со стороной 41,5–44,5 мм. Раскат, поступающий из черновой группы клетей, использовался для получения всех профилей сортамента стана.

В шестиклетьевой промежуточной группе клетей стана при прокатке арматурных профилей методом ПР проектной калибровкой было предусмотрено использование вытяжных калибров «овал – круг – ромб». Здесь следует заметить, что впоследствии были разработаны и опробованы калибровки с использованием в черновой и промежуточной группах клетей стана калибров вытяжных систем «овал – квадрат», «овал – круг». Это позволило в более широком диапазоне варьировать размеры подката, поступающего из черновой и промежуточной групп клетей стана.

В клетях чистовой группы стана в калибрах специальной формы осуществляют формирование сдвоенного раската, его разделение и прокатку в две нитки. Согласно проектным данным, из подката ромбического сечения, поступающего из промежуточной группы клетей, вначале получают подготовительный профиль, для чего используют квадратный калибр с выпуклыми гранями, врезанный на диагональ. Полученный раскат кантуют на 45° и прокатывают в клетке с калибром в виде сдвоенного круга, где осуществляется подготовка раската к продольному разделению, которое начинается в последующей клетке, а завершается в выводной привалковой арматуре этой рабочей клетки с помощью размещенного в ней делительного устройства. После делительного устройства в выводной арматуре клетки установлена двухручьева проводка. Последующая прокатка в предчистой и чистой клетях осуществляется в две нитки в предчистовых овальных и чистовых арматурных калибрах с кантовкой каждого из раскатов на 90° перед чистой клетью [5].

Опыт, полученный при освоении процесса ПР в условиях стана 320/150, позволил выявить

ряд недостатков проектной схемы калибровки, связанных с нестабильностью процесса и неточностью центрирования сдвоенного раската перед разделением, сложностью настройки привалковой арматуры стана при реализации процесса.

Белорусскими и украинскими учеными и специалистами, исследующими и осваивающими процесс ПР, предусматривающий использование автономных неприводных делительных устройств, выполнен ряд усовершенствований, направленных на повышение стабильности процесса, его технологичности, повышение точности разделения и качества готового проката, увеличение выхода годного, упрощение и повышение надежности технологической оснастки (проводковой арматуры, средств для продольного разделения раската).

Для решения этих задач прежде всего изменена калибровка валков в клетях, формирующих сдвоенный профиль. Один из вариантов усовершенствованной калибровки показан на рис. 3. Особенностью этой схемы является широкое использование в процессе формирования сдвоенного раската валков с гладкой бочкой, что позволяет существенно упростить расточку валков и снизить их расход. Переход от исходного квадрата специальной формы к прямоугольной полосе позволил отказаться от прецизионной вводной привалковой арматуры перед разрезным калибром с одновременным повышением точности раз-

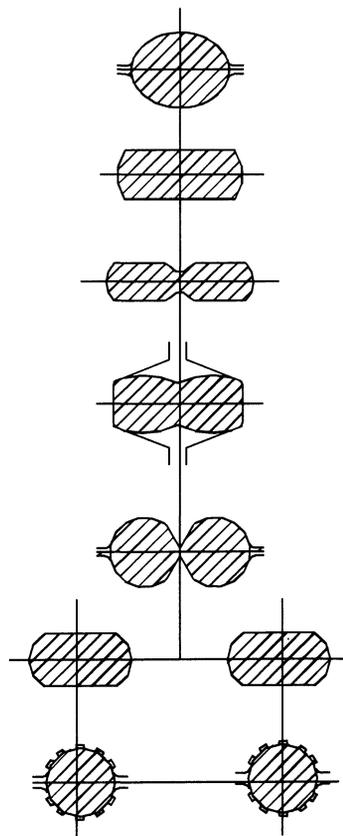


Рис. 3. Технологическая схема реализации процесса прокатки-разделения с использованием некалиброванных валков

деления полосы. Контроль ширины раската в вертикальном ящичном калибре перед продольным разделением обеспечил повышение точности центрирования раската, что способствовало увеличению стабильности процесса прокатки после разделения.

Другой вариант изменения калибровки валков предусматривал использование в процессе формирования сдвоенного профиля специальных кантующих калибров [9, 10], что способствовало существенному упрощению специальной привалковой арматуры, используемой при реализации процесса. Схема калибровки валков с применением кантующих калибров представлена на рис. 4. За счет формирования центрально-симметричных вогнутостей на поверхности раската обеспечивалась его самокантовка, что позволило значительно упростить конструкцию привалковой арматуры, используемой на стане, а в ряде случаев вообще отказаться от ее использования. Реализация этой разработки дала возможность снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций на стане, связанных с застреванием переднего конца раската в последующей клетке после его кантовки. Это обеспечивается созданием условий гарантированной кантовки раската в соответствующих межклетевых промежутках стана даже в случае износа роликов кантующих провадок, используемых в данном случае с контрольной целью. Здесь следует отметить, что при реализации предложения необходимо стремиться к разнонаправленности кантовок после ромбического и квадратного калибров. Применение технологии, основанной на этой разработке, позволило стабилизировать положение раската на последующих стадиях формирования профиля – предупредить его скручивание [22, 23].

Положительные результаты, полученные при использовании специальных кантующих калибров, обусловили развитие использования принципа самокантовки раската при реализации процесса ПР. Это нашло отражение в последующих разработках, направленных на уточнение геометрических параметров кантующих калибров при прокатке различных профилей сортамента стана с установкой кантующих калибров на разных участках стана с различной длиной межклетевых промежутков [14–16]. Такой же принцип использовался при разработке предложений, направленных на повышение эффективности разделения сдвоенных квадратов при реализации процесса прокатки-разделения без использования автономных неприводных делительных устройств [17–19]. Схема реализации этого предложения показана на рис. 5.

Требование снижения удельных затрат энергии и материалов, повышения конкурентоспособности продукции, уменьшения себестоимости и увеличения объемов производства арматурных

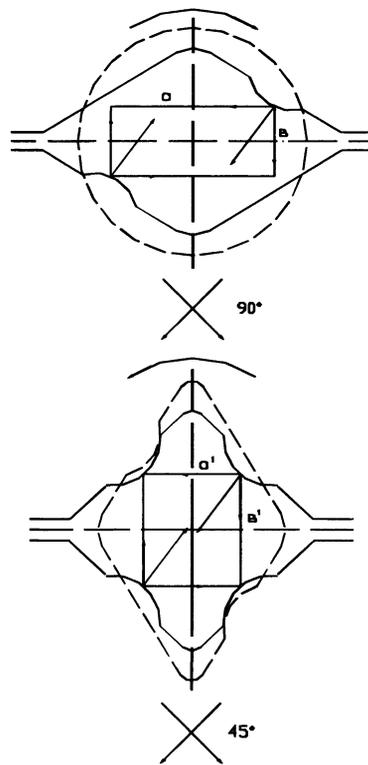


Рис. 4. Схема калибровки валков с применением кантующих калибров

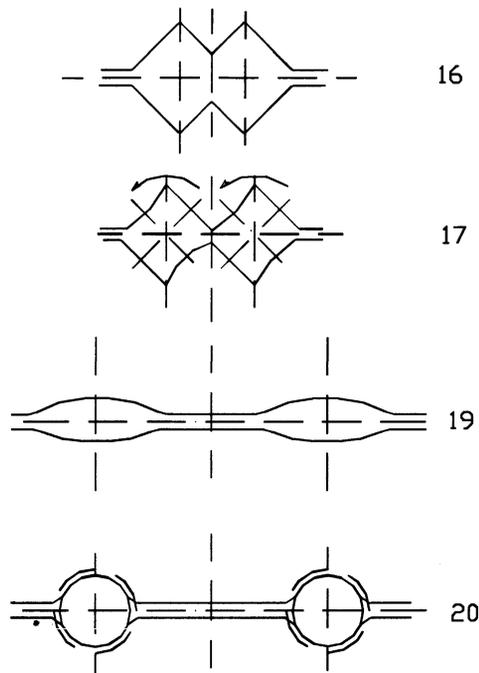


Рис. 5. Технологическая схема, иллюстрирующая развитие использования принципа самокантовки раската при реализации процесса прокатки-разделения: 16–20 – номера рабочих клеток

профилей мелких сечений обусловило необходимость увеличения количества разделяемых ниток. За рубежом получают развитие трех- и четырехручьева ПР. В этой области эффективно и целенаправленно работают известные зарубежные фирмы «Morgardshammar Guide Systems»,

«Daniely», «Ferrco Engineering», «Co-Steel of Canada» и др. Для условий стана 320 РУП "БМЗ" разработан процесс трехниточной ПР (рис. 6). Первоначально прокатка осуществляется в одну нитку, в процессе чего формируют раскат с местами разделения на три нитки. Раскат получают в виде трех овалов, соединенных перемычкой. Центральный овал имеет большую площадь сечения, чем крайние овалы, причем соотношение этих площадей выбрано таким образом, чтобы в местах разделения были созданы оптимальные напряжения в металле, облегчающие разрыв перемычек в местах разделения, и обеспечивающие разведение разделенных раскатов. Предложенное техническое решение [20] позволило реализовать процесс трехниточной прокатки разделения на стане 320 и обеспечить при этом снижение расклинивающих усилий, уменьшить за счет этого износ делительных роликов, повысить эффективность разделения раската и стабилизировать разведение трех раскатов после разделения.

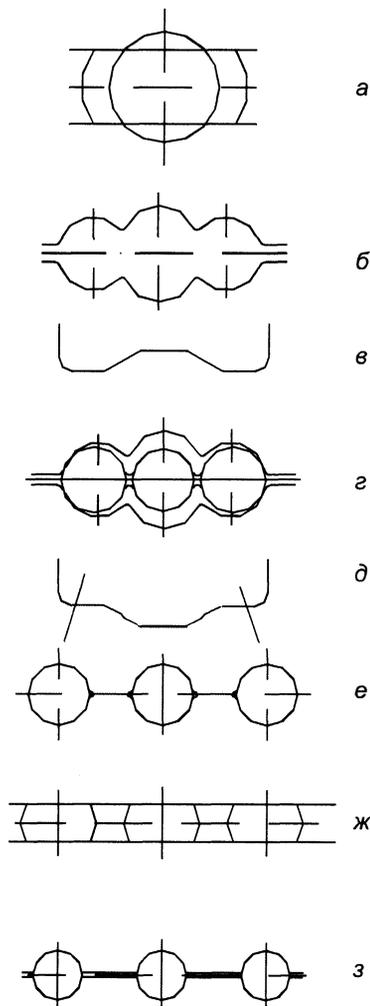


Рис. 6. Технологическая схема процесса трехниточной прокатки-разделения: а, б, г, е, ж, з – схемы калибров валков; в, д – форма переднего конца раската

### Совершенствование конструкций автономных неприводных делительных устройств для реализации прокатки-разделения

Для реализации одного из вариантов процесса ПР в линии непрерывного сортового стана используются специальные неприводные делительные устройства (НДУ), образующие с приводной рабочей клетью (ПК) своеобразную делительную систему ПК-НДУ, в которой НДУ является по сути выводной привалковой роликовой арматурой. В функции входит наряду со съемом раската с калибра валков ПК и направлением его в последующую ПК непрерывного стана продольное разделение раската за счет расклинивающего делительных роликов НДУ.

Конструкция НДУ фирмы «Ferrco Engineering» (Англия), использовавшегося при реализации процесса прокатки-разделения на непрерывном мелкосортно-проволочном стане 320/150 БМЗ, входившего в комплект поставки технологии прокатки – разделения [21], представлена на рис. 7. Опыт эксплуатации НДУ фирмы «Ferrco» показал их весьма низкую эксплуатационную стойкость, которая при прокатке арматурного профиля №16 составила в среднем около 800 т, что в общем соответствовало условиям контракта, однако было явно недостаточной для стабильной работы стана. Анализ результатов эксплуатации и конструктивных особенностей делительных устройств фирмы «Ferrco» позволил выявить ряд недостатков конструкции, связанных с неудовлетворительными условиями работы подшипниковых узлов при высокоскоростной горячей прокатке с частотой вращения роликов, достигающей  $300 \text{ с}^{-1}$  (5500 об/мин) при температуре разделяемого раската порядка  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ , и низкой жесткостью корпуса делительного устройства.

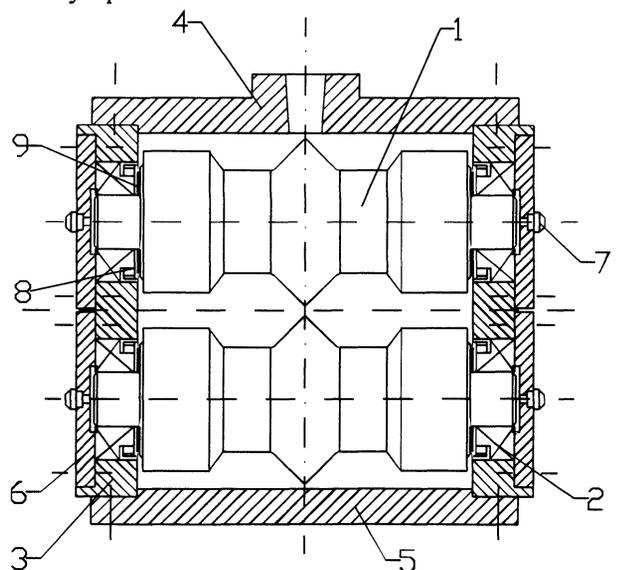


Рис. 7. Конструкция делительного устройства фирмы «Ferrco» (Англия): 1 – делительные ролики; 2 – подшипники; 3 – боковые стойки корпуса; 4 – крышка корпуса; 5 – основание корпуса; 6 – торцовые крышки; 7 – масленки; 8 – защитные кольца; 9 – прокладки

На основании выполненного анализа была разработана конструкция НДУ (рис. 8), в котором сделана попытка устранить основные выявленные недостатки НДУ фирмы «Fergco» [11]. Для повышения эксплуатационной стойкости НДУ были внесены изменения в конструкцию подшипниковых узлов и делительных роликов. Впоследствии в эту конструкцию НДУ были внесены дополнительные усовершенствования, связанные с необходимостью улучшения условий охлаждения рабочих поверхностей делительных роликов [12]. На рис. 9 схематично показана конструкция этого делительного устройства, а на рис. 10 – фотография головного образца НДУ. Уже первые испытания новой конструкции НДУ показали, что ее эксплуатационная стойкость в 5–6 раз выше стойкости НДУ фирмы «Fergco».

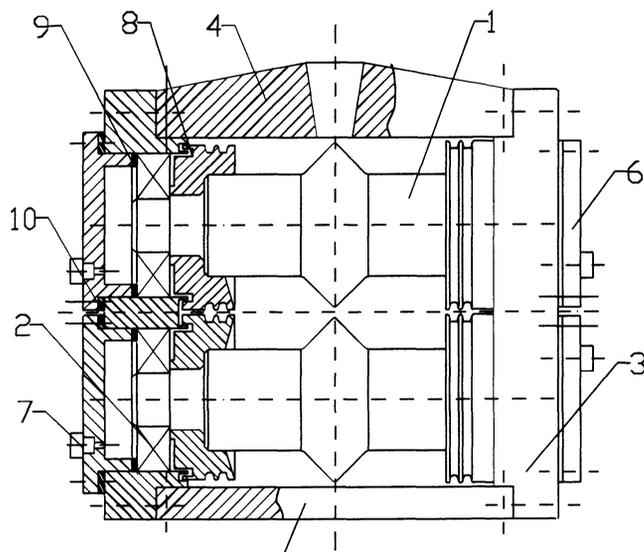


Рис. 8. Конструкция делительного устройства ИЧМ НАН Украины: 1 – делительные ролики; 2 – подшипники; 3 – боковые стойки корпуса; 4 – крышка корпуса; 5 – основание корпуса; 6 – торцовые крышки; 7 – масленки; 8 – торцовые элементы лабиринтного уплотнения; 9 – прокладки

Существенный вклад в развитие конструкций устройств для продольного разделения раската внесла фирма «Morgardshammar Guide Systems» (MGS). Впоследствии фирма MGS продолжила самостоятельные разработки по совершенствованию и модернизации делительных устройств, использующихся для реализации процесса двухниточной ПР, а также разработке устройств процесса ПР с тремя и более нитками. На рис. 11 представлена конструкция делительного устройства с консольным расположением делительных роликов, разработанная фирмой MGS совместно с итальянской фирмой «Daniely».

На основании опыта эксплуатации НДУ в условиях РУП «БМЗ» и Молдавского металлургического завода, а также Западно-Сибирского металлургического комбината была разработана принципиально новая концепция конструкции НДУ, предусматривающая использование двух пар делительных роликов [13]. Была сделана по-

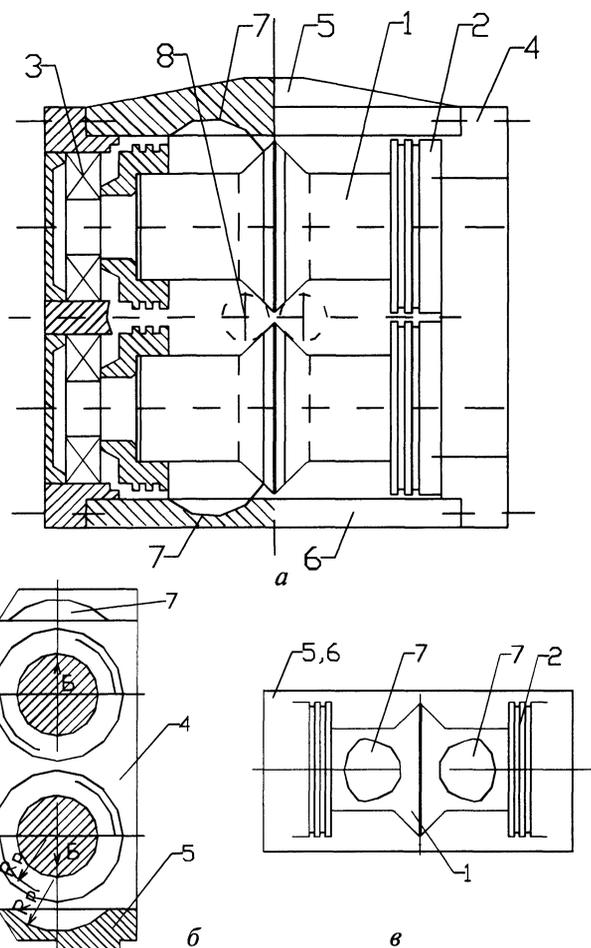


Рис. 9. Конструкция делительного устройства ИЧМ НАН Украины с усовершенствованной системой охлаждения роликов: а – схема устройства, вид спереди; б – сечение по А-А; в – схема крышки и основания устройства, вид со стороны делительных роликов (вид Б); 1 – делительные ролики; 2 – торцовые шайбы; 3 – подшипники; 4 – фиксаторы; 5 – крышка корпуса; 6 – основание корпуса; 7 – направляющие углубления

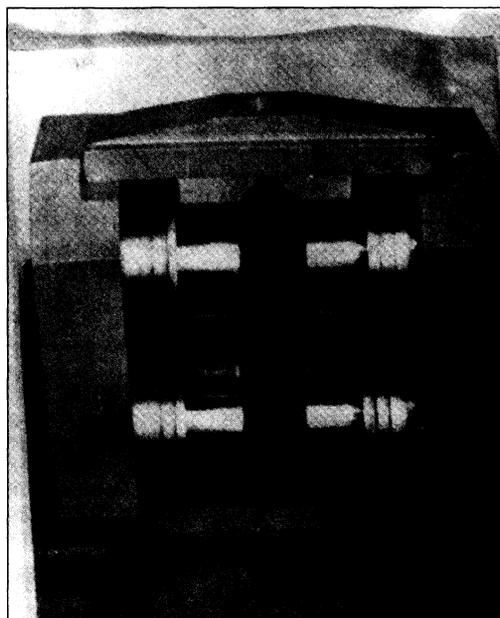


Рис. 10. Промышленный образец делительного устройства ИЧМ НАН Украины с усовершенствованной системой охлаждения роликов

пытка существенно увеличить эксплуатационную стойкость делительных устройств по сравнению с известными конструкциями. Конструкция этого НДУ схематично показана на рис. 12.

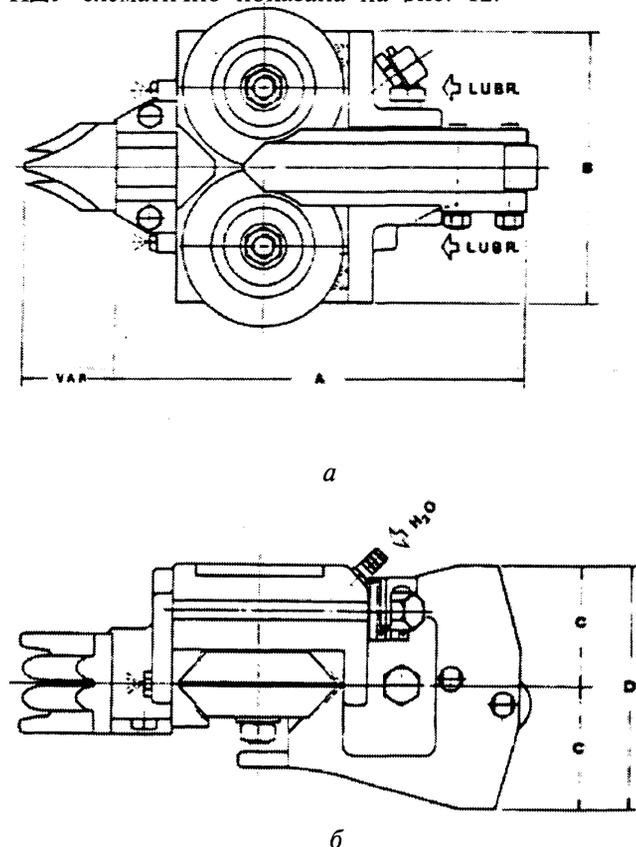


Рис. 11. Конструкция делительного устройства с консольным расположением делительных роликов фирм MGS и «Daniely»: а – вид сбоку; б – вид сверху

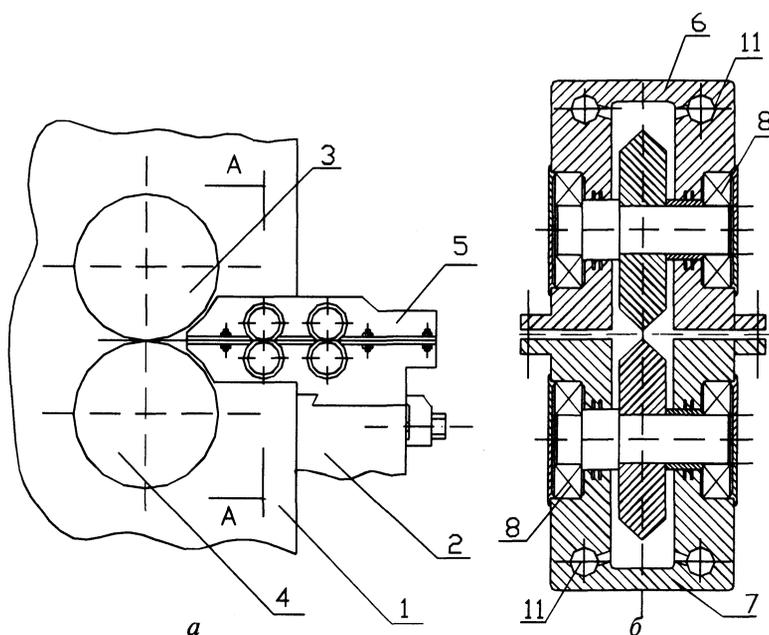


Рис. 12. Новая концепция конструкции делительного устройства, предусматривающая использование двух пар делительных роликов: 1 – рабочая клетка с привалковым брусом; 2 – рабочие валки; 3 – корпус делительного устройства; 4, 5 – верхний и нижний элементы корпуса соответственно; 6 – фиксатор устройства; 7 – подшипник; 8 – рабочие элементы роликов; 9, 10 – основная и дополнительная пара делительных роликов

На рис. 13 показаны схемы трех калибров, образованных валками рабочей клетки, и обеих пар делительных роликов. Дополнительная пара роликов размещена между валками рабочей клетки и основной парой роликов устройства. Угол между образующими поверхностями гребней основной пары роликов составляет  $90^\circ$ , а угол между образующими поверхностями гребней дополнительной пары роликов выполнен меньшим, примерно равным углу у вершины гребня калибра валков рабочей клетки, формирующего место разделения сдвоенного раската.

В процессе работы сдвоенный раскат, выходящий из калибра валков рабочей клетки, поступает первоначально в дополнительную пару делительных роликов, установленную по ходу технологического процесса перед основной парой делительных роликов. В начальный период прокатки при работе на неизношенных валках дополнительная пара роликов выполняет функции роликовой проводки, обеспечивая высокую продольную устойчивость переднего конца разделяемого раската.

Собственно разделение раската на две части осуществляется второй основной парой делительных роликов. В процессе работы калибр рабочей клетки, формирующей сдвоенный раскат, изнашивается. Особенно интенсивно изнашиваются гребни калибра, формирующие перемышку, по которой осуществляется продольное разделение раската. В этом случае дополнительная пара роликов наряду с функциями роликовой проводки выполняет функции изношенного калибра валков рабочей клетки, формируя перемышку, соединяющую сдвоенный раскат в соответствии с требованиями калибровки. Это уменьшает влияние износа гребней калибра валков, формирующих перемышку, на стойкость делительных роликов основной пары, осуществляющей собственно разделение раската на две части. Указанное обстоятельство позволяет значительно, практически на порядок, увеличить межперевалочный период работы системы ПК-НДУ.

Анализ технологических схем реализации процесса многоручьевого ПР и ретроспектива разработок в области создания НДУ для его реализации, позволили выявить основные тенденции их развития:

- повышение стабильности процесса, его технологичности, повышение точности разделения и качества готового проката, увеличение выхода годного;
- повышение качества поверхности готового проката путем снижения вероятности образования закатов в месте разделения;

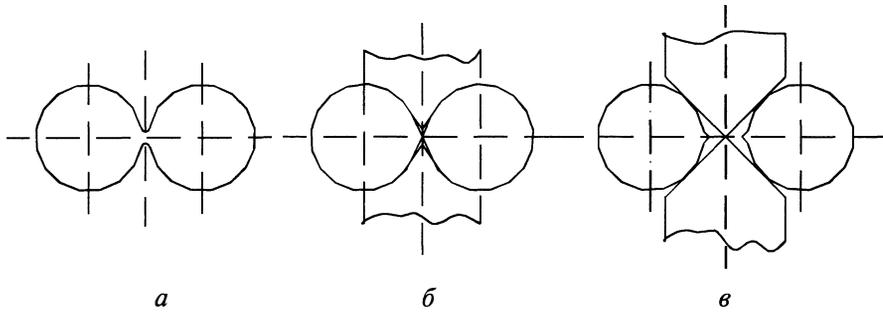


Рис. 13. Схема работы устройства с двумя парами делительных роликов: *а* – поперечное сечение раската, формируемого в рабочей клетки; *б* – схема калибра, образованного первой парой делительных роликов; *в* – схема калибра, образованного второй парой делительных роликов

- расширение технологических возможностей стана при прокатке различных профилей его сортамента;
- увеличение количества одновременно разделяемых ниток при сохранении точности разделения, высокой эксплуатационной стойкости и стабильности процесса разделения, простоте обслуживания и эксплуатации;
- упрощение и повышение надежности технологической оснастки (проводковой арматуры, средств для продольного разделения раската);
- упрощение обслуживания и эксплуатации – монтажа и демонтажа, сборки и разборки делительных устройств.

### Выводы

1. Задачи повышения эффективности производства сортового проката и катанки могут быть наиболее успешно решены за счет использования процесса многоручьевой прокатки с продольным разделением раската в потоке стана – прокатки–разделения (ПР). Этот процесс нашел широкое применение в отечественной и зарубежной практике при производстве сортового проката.
2. Основой для развития процесса ПР при производстве этих профилей послужили результаты работ зарубежных и отечественных исследователей и разработчиков, в которых предложены различные варианты разделения многониточного раската на отдельные профили в потоке стана.
3. Предпочтительным представляется использование подхода к реализации процесса ПР, основанного на использовании автономных НДУ как наиболее энергоэкономного процесса.
4. На основании анализа разработанных технологических схем реализации процесса многоручьевой прокатки–разделения и средств для ее реализации – делительных устройств выявлены основные тенденции развития технологии и оборудования ПР.

### Литература

1. Исследование энергосиловых и температурно-скоростных параметров прокатки на стане 320/150 / С.М. Жучков, В.А. Токмаков, А.Б. Сычков и др. // Сталь. 1997. №5. С. 35–39.
2. 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.
3. Никитина Л.А. Молдавский металлургический завод: от технического перевооружения к конкурентоспособной продукции // Металлург. 1996. №8. С. 2–8.

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. 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. Темат. сб. науч. тр.; Под ред. проф. И.Г. Узлова. М.: Металлургия. 1989. С. 191–197.
6. Ionenka H. New slit-rolling technology for steel bare / Seaisi quarterli. 1985. Vol.14. N4. P. 50–61, 66, 67.
7. Двухручьевая прокатка–разделение арматурной периодической стали / Г.М. Шульгин, В.Д. Гладуш, М.И. Костюченко, В.А. Нечипоренко, И.И. Синица, Ю.А. Нестеров // Черная металлургия. Бюл. ин-та «Черметинформация». 1986. №24. С. 20–21.
8. Совершенствование двухручьевой прокатки–разделения арматурной стали на мелкосортном стане 250 / Г.М. Шульгин, М.И. Костюченко, В.А. Нечипоренко и др. // Черная металлургия. Бюл. ин-та «Черметинформация». 1989. №1. С. 65–66.
9. Совершенствование технологии сдвоенной прокатки арматурных профилей на стане 320/150 / С.М. Жучков, А.Н. Бондаренко, В.Н. Асанов, В.Ф. Дышлевич // Сталь. 1994. №2. С. 48–51.
10. Пути совершенствования технологии сдвоенной прокатки арматурных профилей на стане 320/150 Белорусского металлургического завода / С.М. Жучков, А.Н. Бондаренко, В.Н. Асанов и др. // Науч.-техн. сб. «Совершенствование технологических процессов на Белорусском металлургическом заводе». Жлобин. Ч. 1. Сталеплавильное производство. Прокатное производство. 1994. С. 71–79.
11. Кассета для продольного разделения раската / Э.В. Сивак, С.М. Жучков, Л.В. Кулаков и др. // Металлург. 1996. №12. С. 33.
12. Кассета для продольного разделения раската / С.М. Жучков, Л.В. Кулаков, Э.В. Сивак: А. с. 1358163. СССР: МКИ В21В/1/02.
13. Устройство для продольного разделения раската / Э.В. Сивак, С.М. Жучков, Л.В. Кулаков: А. с. 4198681/23-02 СССР: МКИ В21В/1/02.
14. Пат. 2055653 Россия: МКИ В21В/1/02. Способ сдвоенной прокатки арматурных профилей / В.Н. Асанов, С.М. Жучков, А.Н.
15. Пат. 2089305 Россия: МКИ В21В/1/02. Способ калибровки валков непрерывного стана / С.М. Жучков, А.Н. Бондаренко, В.Ф. Дышлевич.
16. Пат. 2026 Беларусь: МКИ В21В/1/02. Система калибровки валков непрерывного сортового прокатного стана / С.М. Жучков, А.Н. Бондаренко, В.Ф. Дышлевич.
17. Пат. 1828611 СССР: МКИ В21В/1/02. Способ сдвоенной прокатки арматурной стали / А.Н. Бондаренко, С.М. Жучков, В.Ф. Дышлевич.
18. Пат. 774 Беларусь: МКИ В21В/1/02. Способ сдвоенной прокатки арматурной стали / А.Н. Бондаренко, С.М. Жучков, В.Ф. Дышлевич.
19. Пат. 11103 Украина: МКИ В21В 1/02. Способ сдвоенной прокатки арматурной стали / А.Н. Бондаренко, С.М. Жучков, В.Ф. Дышлевич.
20. Пат. 1816 Беларусь: МКИ В21В/1/02. Способ прокатки–разделения / С.М. Жучков, В.А. Токмаков, В.Ф. Дышлевич.