

СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ МНОГОНИТОЧНЫХ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

Ф.С. Дубинский, А.Р. Зинатулин, П.А. Мальцев

Предложена схема непрерывного проволочного стана однониточной прокатки на базе проволочного стана 250 с использованием процесса прокатки разделения и перспективных технологий. Прокатка в одну нитку позволяет упростить настройку стана и повысить качество готового продукта по профилю. Прокатка разделением позволяет повысить производительность стана. Разработана калибровка для прокатки с разделением раската в черновой группе клетей.

Ключевые слова: прокатка-разделение, калибровка валков, бесконечная прокатка, сортовые профили.

Основная черта, которая характеризует развитие прокатного производства – это стремление к организации поточного производства таким образом, чтобы в его основу был заложен непрерывный технологический процесс [1].

Такая схема производства проката дает высокую производительность и создает хорошие перспективы и условия для полной механизации и автоматизации производства. Поэтому наибольшее распространение получили непрерывные станы, которые, наряду с указанными обстоятельствами, обладают рядом преимуществ:

1. Сокращение времени перевалок за счет замены клетей, ранее подготовленных на стенде. Современные непрерывные станы оборудованы также механизмами установки клетей при перевалке, что сокращает время на перевалку.

2. Уменьшение паузы между смежными полосами.

3. Современные непрерывные мелкосортные станы – это механизированные и автоматизированные поточные линии с последовательным расположением клетей и комплексом вспомогательного оборудования, действующего синхронно со станом. Применение этих станов наиболее эффективно при значительных объемах производства проката массового назначения [1].

Помимо сказанного выше основными направлениями развития современных мелкосортных и проволочных станов являются: увеличение размеров и массы исходных заготовок, конечной скорости прокатки, переход на непрерывнолитую заготовку и совмещение процесса ее отливки с прокаткой, расширение марочного и профилиразмерного сортамента продукции и повышение технологической гибкости прокатных станов, увеличение точности размеров прокатываемых профилей, повышение физико-механических свойств проката путем применения специальных температурных режимов деформации и регулируемого охлаждения, использование рабочих клетей с жесткой бесстанинной конструкцией, чистовых прокатных блоков, средств непрерывного контроля качества продукции.

В качестве примера совмещения процесса отливки с прокаткой можно привести литейно-прокатный агрегат компании SMS Meer GmbH. Данные агрегаты отличаются конструкцией рабочих клетей и калибровкой валков. В станах Properzi применяются трехвалковые клетки с расположением валков относительно друг друга под углом 120° и системой калибров шестигранник-стрельчатый треугольник-круг [2].

В станах southwire и SMS Meer GmbH применяются двухвалковые клетки с ящичным калибром в черновой группе и системой овал-круг в предчистовых и чистовых клетях.

Описанная выше технология CONTIROD (SMS Meer GmbH) применяется для получения медной катанки, и данное оборудование расположено в Свердловской области в г. Верхняя Пышма, принадлежит АО «Катур-Инвест». Производство катанки осуществляется методом непрерывного литья-прокатки по технологии CONTIROD (SMS Meer GmbH).

В качестве исходного сырья в ЛПА применяют катодную медь, а также собственные возвратные отходы с участков прокатного и волочильного производства.

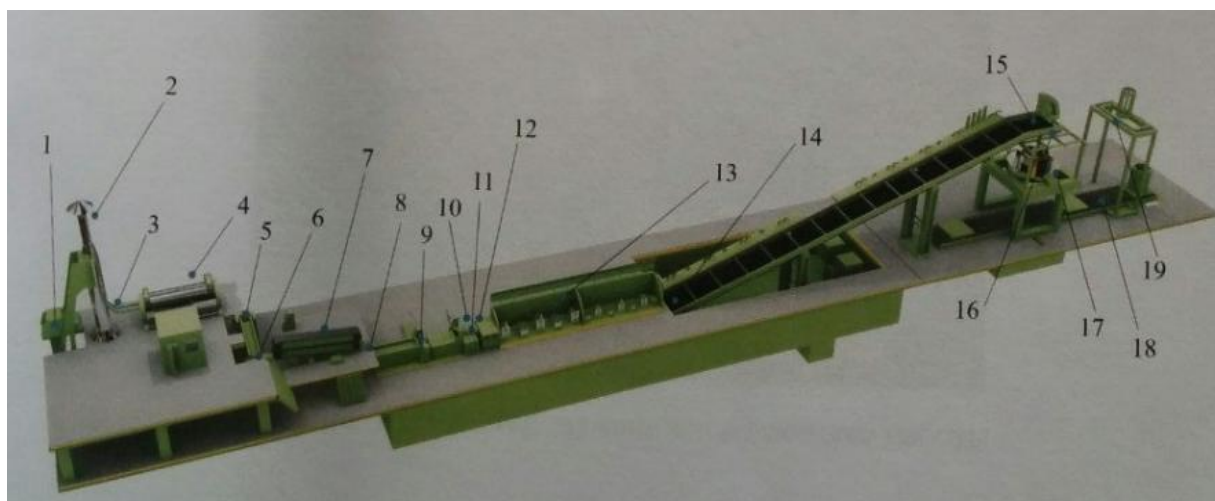


Рис. 1. Схема расположения оборудования литейно-прокатного агрегата:

1 – скиповый подъемник; 2 – плавильная шахтная печь; 3 – разливочный желоб; 4 – миксер; 5 – литейный желоб; 6 – литейный ковш; 7 – литейная машина; 8 – изгибающий рольганг; 9 – трайб-аппарат; 10 – маятниковые ножницы; 11 – подъемный стол; 12 – фрезагрегат; 13 – прокатный стан; 14 – линия осветления, охлаждения и осушки; 15 – изгибающий рольганг; 16 – линия нанесения воскового покрытия; 17 – укладчик и сборщик бухт; 18 – транспортное устройство; 19 – упаковочный пресс

Сырье посредством скипового подъемника 1 попадает в плавильную шахтную печь 2. Из плавильной печи по разливочному желобу 3 расплав меди поступает в миксер 4, в котором происходит процесс рафинирования, регулирование интенсивности потока, а также удаление шлаковых составляющих. Из миксера расплав попадает в литейный желоб 5, ковш 6 и литейную машину 7 ленточного типа, предназначенную для получения медной заготовки прямоугольного сечения размерами 70x120 мм методом непрерывного литья со скоростью 11 метров в минуту. После выхода из машины для литья заготовку переводят в горизонтальное положение и центрируют по линии прокатки при помощи изгибающего рольганга 8. Трайб-аппарат 9, приводные ролики которого постоянно прижаты к заготовке, обеспечивают синхронизацию скорости литья с прокаткой. Резку заготовки в моменты запуска ЛПА и при аварийных остановках выполняют маятниковые ножницы 10. Отрезанные части заготовки удаляются с подъемного стола 11 толкателями. После прекращения резки стол опускают и заготовку по нему подают во фрезагрегат 12, предназначенный для снятия фасок с четырех сторон $5 \times 45^\circ$. Это необходимо для предотвращения попадания заусенцев или смятых острых углов внутрь полосы, приводящего к появлению ряда дефектов в катанке. Далее заготовка поступает в прокатный стан 13, применяемый для получения медной катанки диаметром 8 мм из непрерывно-литой заготовки, включает в себя следующие элементы: черновая группа, аварийные ножницы, промежуточная группа, чистовая груп-

па клеток. Клетки представляют собой кассетную конструкцию с консольно установленными рабочими вальками. В последней чистовой клетке стана установлена дополнительная отклоняющая проводка, по которой катанку передают на линию осветления, охлаждения и сушки 14. После выхода из последней секции катанку переводят в вертикальное положение посредством изгибающего рольганга 15 и отправляют на линию нанесения воска 16, далее в укладчике бухт 17 формируют и накапливают витки катанки. Сформированную бухту вывозят с помощью транспортного устройства 18 (подъемный стол, весы, рольганг). Упаковочный пресс 19 предназначен для прессования и обвязки поступающих бухт готовой медной катанки.

Как пример современного мелкосортно-проволочного стана можно привезти мелкосортно-проволочный стан 170, расположенный на Магнитогорском металлургическом комбинате.

Сортамент выпускаемой продукции включает в себя кроме круглых профилей арматурный прокат № 6–12 классов А400 и А500С в бухтах массой до 2100 кг. Прокатка ведется из заготовок квадратного сечения 150×150×12000 мм. Максимальная скорость прокатки достигает 100 м/с (катанка Ø 5,5 мм). Линия прокатки стана 170 состоит из 23 клеток с индивидуальным приводом, объединенным в 5 групп, и двух десятиклетьевых чистовых блоков. Десятиклетьевые блоки финишной прокатки имеют Delta-конфигурацию – клетки в них расположены под углом 45°, чем достигается значительное упрощение их обслуживания. Двухвалковые консольные клетки блока имеют привод от одного электродвигателя. После чистовых блоков прокат подвергается контролируемому охлаждению. В составе каждой нитки имеются четыре камеры водяного охлаждения с водяными прямоточными, противоточными и воздушными форсунками. Имеются конвейеры для воздушного охлаждения раската перед смоткой.

Прокатка одиночных заготовок предполагает наличие паузы между их подачей в клетку для осуществления процесса прокатки, что в свою очередь снижает производительность стана. Помимо снижения производительности стана данный способ прокатки существенно снижает стойкость оборудования. Это вызвано неравномерностью нагрузки на вальки и элементы привода во время захвата заготовки и выхода ее из клетки. Еще одним недостатком традиционного способа прокатки является возможность получения дефекта в виде искривления полосы [4].

Прокат сварных заготовок позволяет повысить производительность стана, увеличить срок службы оборудования за счет равномерности нагрузок при прокатке сварных заготовок [4]. Также процесс бесконечной прокатки позволяет сократить количество «забоев», т.к. в большинстве случаев забои происходят по тем или иным причинам во время захвата заготовки.

В качестве примера рассмотрим технологию бесконечной прокатки сварных заготовок, разработанной компанией Siemens VAI технология ERT (Endless Rolling Technology).

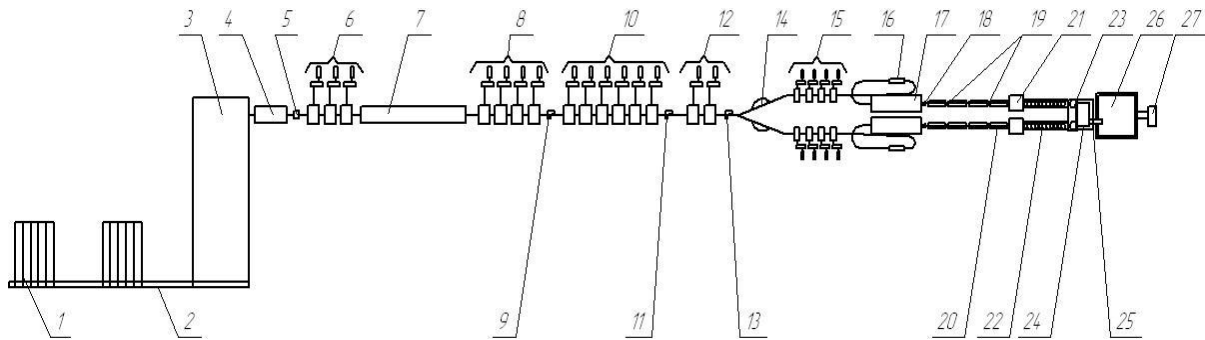


Рис. 2. Схема расположения оборудования стана 170: 1 – загрузочные столы; 2 – рольганг с платформой для взвешивания; 3 – нагревательная печь; 4 – рольганг для аварийного сброса заготовок; 5 – установка гидросбива окалины; 6 – обжимная группа клеток; 7 – промежуточный сдвоенный рольганг с теплоудерживающими крышками; 8 – черновая группа; 9, 11, 13 – летучие ножницы; 10, 12 – первая и вторая промежуточные группы; 14 – горизонтальный петлеобразователь; 15 – предчистовые группы с вертикальными петлеобразователями; 16 – промежуточная секция водяного охлаждения; 17 – десятиклетьевые чистовые блоки; 18 – установка контроля размеров проката; 19 – трайб-аппараты; 20 – линия водяного охлаждения; 21 – виткообразователь; 22 – конвейер воздушного охлаждения; 23 – виткосборник; 24 – транспортер с палетами; 25 – кантователь; 26 – участок отделки бунтов; 27 – тележка накопления бунтов



Рис. 3. Операция сварки заготовки

Сварочная машина устанавливается на телеге с приводом, которая передвигается по рельсам, сваривает заготовки любых профилей размерами от 100 до 200 мм. Программа сварки выбирается исходя из марки стали свариваемых заготовок. Время сварки в среднем занимает 25 секунд. После окончания процесса сварки производится снятие грата (заусенца) при помощи специального инструмента с гидроприводом [4].

Перед сваркой заготовка очищается от окалины и ее передний торец оплавляется при помощи электрической машины для стыковой сварки, передний конец и задний конец двух заготовок фиксируются между двумя зажимными устройствами в процессе движения машины со скоростью прокатки в первой клетки, и выполняется стыковая сварка оплавлением.



Рис. 4. Стадии процесса сварки заготовок

Технология ERT может применяться как на новых предприятиях, так и при модернизации и переоборудовании имеющихся установок.

Прокатка-разделение

Одним из наиболее известных способов снижения себестоимости проката сортовых профилей является многоручьевая прокатка-разделение.

Рассмотрим два способа разделения раската:

- разделение раската в выводной арматуре при помощи делительных устройств;
- разделение раската непосредственно в прокатных валках.

Первый способ разделения по сравнению со вторым имеет ряд существенных недостатков, таких как сложность конструкции выводной делительной арматуры, низкая стойкость разрезных роликов, дороговизна в их обслуживании.

В качестве примера рассмотрим продольное разделение раската в выводной арматуре, который состоит из профилей круглого сечения и соединен между собой тонкой перемычкой [5].

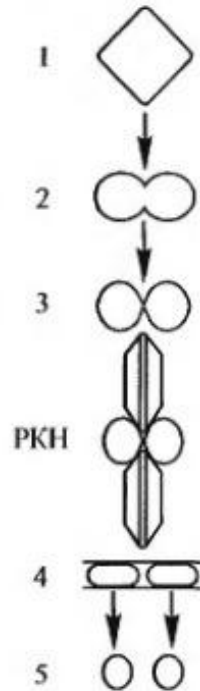


Рис. 5. Схема двухручьёвого слитинг-процесса арматурного профиля,
РКН – разделительные конические ролики

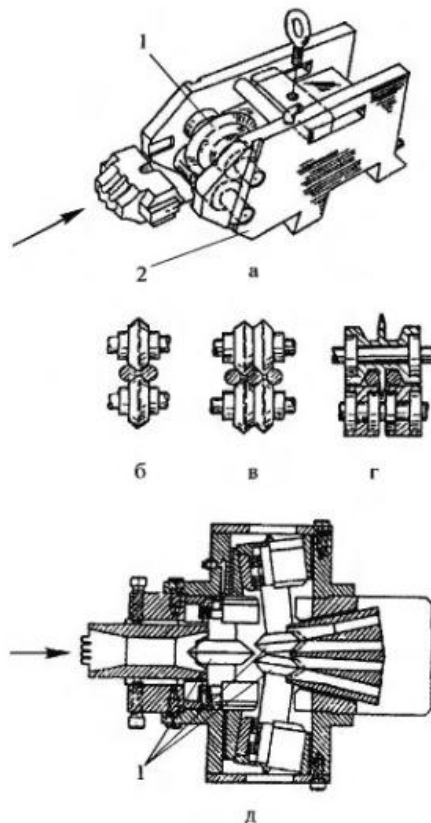


Рис. 6. Устройства для продольного разделения двух- (а),
четырёх- (д) ниточного раската: 1 – разделяющие конические ролики,
2 – коробка, б–г – схемы разделения раската

Разделение происходит в результате воздействия выталкивающей силы, создаваемой прокатными валками, и расклинивающего действия разделительных роликов. Данный способ позволяет получать ровную поверхность шейки разрыва, что в свою очередь предотвращает появление дефекта на поверхности готового продукта, вызванного заусенцами в местах разделения.

Разделение раската непосредственно в валках посредством контролируемого разрыва обладает следующими преимуществами: надежное самоцентрирование раската в двухручьевых калибрах, отсутствие шейки разрыва в местах разделения раската, повышение срока службы валков в результате возможности увеличения угла до 90° у вершин гребней двухручьевого калибра.

Рассмотрим разделение раската при прокатке арматурного профиля в валках методом контролируемого разрыва перемычки.

Из квадратной заготовки формируется раскат в двухручьевом калибре, состоящий из двух ромбических или квадратных профилей, которые соединены между собой вдоль диагонали перемычкой. При продольном разделении происходит разрушение перемычки без образования заусенцев в виде шейки разрыва. После разделения раскат квадратного сечения далее прокатывается в овальных и круглых калибрах до готового продукта [6].

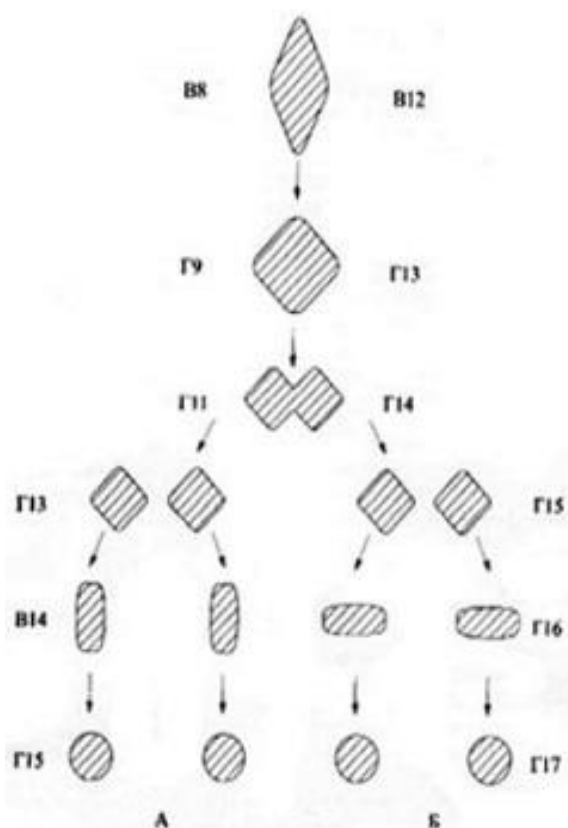


Рис. 7. Схема двухручьевой прокатки-разделения при производстве арматурных профилей (цифры – номера клеток с вертикальными (В) и горизонтальными (Г) валками)

Предложение по улучшению способа прокатки и компоновки оборудования

На основе известного прокатного стана 250-2 ПАО «ЧМК» предложен для улучшения технологии прокатки проволочный стан 250 для прокатки с разделением раската в черновой группе с целью перехода с 2- и 4-ниточной схемы прокатки на 1-ниточную. На многониточных станах имеется сложность в настройке, одна из причин – это разная выработка калибров, вызванная простоем по одной из ниток по тем или иным обстоятельствам. В результате чего возникает разное натяжение по ниткам в межклетевом пространстве и появляется сложность в настройке профиля, что в свою очередь влияет на качество выпускаемой продукции.

Предлагаемый стан имеет 9 клетей черновой группы. 1-я клетя черновой группы имеет ящичный калибр, 2, 4, 6, 8 овальные калибры, 3, 5, 7 квадратные калибры и 9 клетя имеет круглый калибр. Все последующие группы клетей имеют чередующиеся калибры овал-круг [5].

Предлагаемый непрерывный проволочный стан (рис. 8) включает в себя 9 клетей с горизонтальным расположением валков в черновой группе с индивидуальным приводом к каждой клетке. Промежуточная группа, имеющая 8 клетей, расположенные в 2 нитки, с горизонтальным расположением валков. Десятиклетевой чистовой прокатный блок с чередующимся вертикальным и горизонтальным расположением валков.

От своего аналога предлагаемый проволочный стан отличается тем, что:

- 1) прокатку предлагается производить в одну нитку с использованием процесса прокатки с разделением раската;
- 2) валки для деления раската в двух последних проходах перед разделением предлагается выполнить из карбида вольфрама, марка материала валков ВК8.

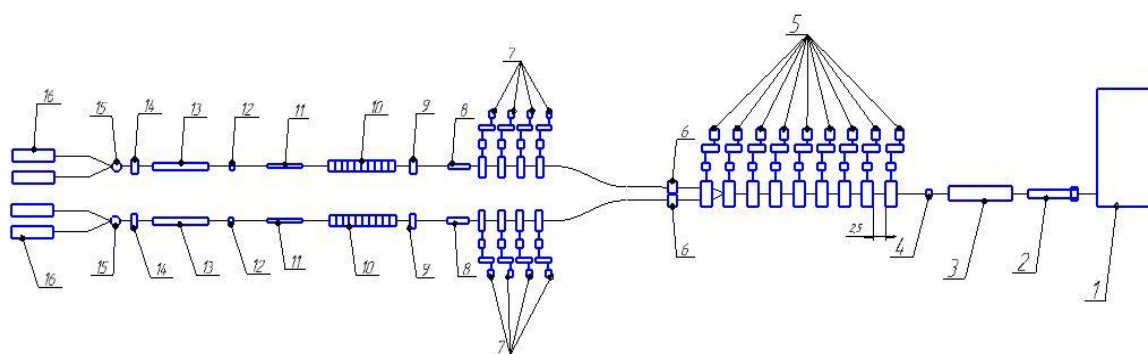


Рис. 8. Схема расположения оборудования непрерывного проволочного стана, предлагаемого для улучшения

Непрерывный проволочный стан (рис. 8) состоит из нагревательной печи 1, сварочной машины 2, индукционного подогревающего устройства 3, трайб-аппарата 4, черновой группы клетей 5, аварийных ножниц (они же

производят обрезку переднего конца раската) 6, промежуточной группы клетей 7, устройства для предварительного охлаждения раската 8, ножниц 9, восьмиклетевого чистового прокатного блока 10, системы охлаждения THERMEX 11, устройства для формирования витков 12, устройства принудительного воздушного охлаждения 13, ножниц 14, бунтоформирующей машины 15, устройства для накопления и пакетирования бунтов 16.

Выводы

1. Выполнен обзор литейных прокатных агрегатов и современных мелкосортно-проволочных станов, рассмотрены схемы компоновки оборудования, определены тенденции развития современных непрерывных мелкосортно-проволочных станов.

2. Рассмотрены особенности, преимущества и недостатки продольного разделения раската в калибрах и разделения раската с применением специальных устройств при прокатке сортовых профилей.

3. Разработана калибровка валков для прокатки с разделением раската в черновой группе

4. Предложена схема непрерывного проволочного стана однопиточной прокатки на базе проволочного стана 250 с использованием процесса прокатки разделения и перспективных технологий.

Перевод с многопиточной прокатки на однопиточную позволяет осуществлять более точную настройку стана и получение более качественного проката, без потери производительности.

Библиографический список

1. Жучков, С.М. Методология моделирования при разработке энергосберегающих технологий сортовой прокатки / С.М. Жучков, Д.Г. Паламарь // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: Сб. научн. тр. – Днепропетровск: ИЧМ НАН Украина, 2005. – С. 10.

2. Постыляков, А.Ю. Особенности процессов производства медной катанки / А.Ю. Постыляков, Ю.Н. Логинов // Сб. тр. VII международной молодежной научно-практической конференции «Инновационные технологии в металлургии и машиностроении». – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – С. 320–324.

3. ГОСТ 32597-2013. Медь и медные сплавы. Виды дефектов заготовок и полуфабрикатов. – М.: Сандартинформ, 2014. – 31 с.

4. Дукмасов, В.Г. Состояние и развитие технологий и оборудования в мировой черной металлургии: Справочник / В.Г. Дукмасов, Л.М. Агеев. – Челябинск: ЮУрГУ, 2002. – 188 с.

5. Шульгин, Г.М. Теория и практика процесса многоручьевой прокатки разделения: Сб. научн. тр. / Г.М. Шульгин, О.В. Дубинина, В.Ф. Губайдулин и др. – Севастополь: «Вебер», 2003. – 622 с.

6. Образовательный ресурс металлургической отрасли, раздел 4.4.3. Много-ручьевая прокатка разделение. – URL: <http://steel-education.org>.

[К содержанию](#)