

Новая концепция совершенствования технологического процесса прокатки фасонных профилей и модернизации оборудования линейных рельсобалочных прокатных станов. Сообщение 2

Представлено современное техническое состояние первого прокатного передела ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского». Дана комплексная оценка организационно-техническим мероприятиям, направленным на совершенствование технологии прокатки и модернизацию основного и вспомогательного технологического оборудования стана «800». Определены дальнейшие перспективные направления совершенствования работы рельсобалочного стана «800», с учётом современных требований к производимой металлопродукции. Рассмотрен вопрос возможности использования при прокатке крупногабаритного фасонного металлопроката отдельно стоящей неприводной универсальной чистой клетки свободной прокатки.

Ключевые слова: рельсобалочные станы, фасонный металлопрокат, швеллера, техническое перевооружение, калибровки швеллерных профилей, привалковая арматура, неприводная четырёхвалковая клетка, ресурсосберегающие технологии

Изложение материалов исследований. В настоящее время первым прокатным переделом ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского» является прокатный цех № 1 (ПЦ-1), основное технологическое оборудование которого представлено обжим-

ным станом-блюмингом «1050» и линейным трёхклетьевым рельсобалочным станом «800» (рис. 1), более 60 лет находящимся в эксплуатации.

Рельсобалочный стан «800» работает в едином технологическом потоке с блюмингом «1050» без

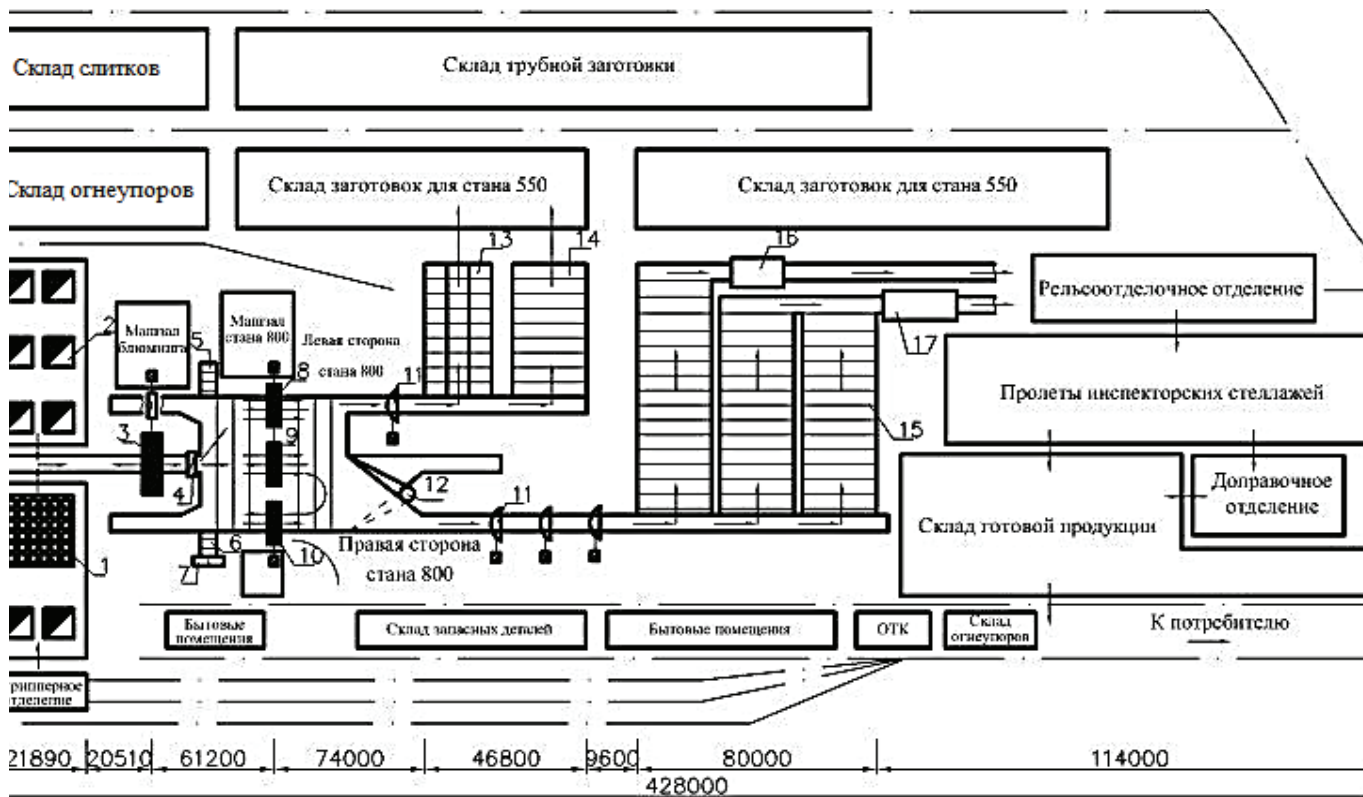


Рис. 1. Схема размещения основного технологического оборудования прокатного цеха № 1: 1 – регенеративные нагревательные колодцы; 2 – рекуперативные нагревательные колодцы; 3 – рабочая клетка блюминга «1050»; 4 – парогидравлический нож; 5 – стеллажи для складирования заготовки; 6 – конвейер уборки технологической обрезки; 7 – яма для обрезки блюмсов; 8 – заготовочная клетка рельсобалочного стана «800»; 9 – черновая клетка стана «800»; 10 – чистовая клетка стана «800»; 11 – пилы горячей резки; 12 – механический отбойник; 13 – трёхсекционный холодильник; 14 – односекционный холодильник; 15 – трёхсекционный холодильник; 16, 17 – роликотправильные машины

дополнительного подогрева блюмсов, формируя два технологических потока (левый и правый), предназначенные для производства передельной и товарной заготовки, сортового и фасонного видов металлопроката и состоит из расположенных в одну линию трёх одинаковых двухвалковых реверсивных клетей со станинами закрытого типа. Общая масса технологического оборудования рельсобалочного стана «800» (без запасных частей) составляет 2200 тонн.

Левая клеть (по ходу прокатки) является заготовочной и предназначена для прокатки заготовок прямоугольного, квадратного и круглого сечения.

Средняя черновая и правая (по ходу прокатки) чистовые клетки предназначены для прокатки сортового и фасонного металлопроката (товарной квадратной заготовки, крановых, рудничных и трамвайных рельсов, двутавровой балки, швеллеров и круглой заготовки различных размеров). Максимальный диаметр по буртам прокатных валков клетей стана – 848 мм, минимальный – 760 мм (черновая клеть) и 720 мм (чистовая клеть), длина бочки валков – 2135 мм. Материал прокатных валков заготовочной и чистовой клетей – серый чугун СШХН, модифицированный магнием, черновой клетки – кованная легированная хромистая сталь 55Х. Подшипники прокатных валков изготавливаются из текстолита.

Привод рабочих валков заготовочной и черновой клетей стана «800» производится от электродвигателя 7000 кВт с регулируемой частотой оборотов (80-100 об/мин) через коренную муфту, шестерённую клеть (с диаметром начальной окружности шевронных валков 780 мм) и трёфовые шпиндели. Привод рабочих валков чистовой клетки стана производится от электродвигателя 4 МВт, с регулируемой частотой оборотов (0-90-180 об/мин) через аналогичную шестерённую клеть.

Клетки стана «800» с передней и задней стороны оборудованы раскатными и транспортными рольгангами. С передней и задней сторон заготовочной и чистовой клетей установлены манипуляторы и кантователи роликового типа.

Скорость перемещения манипуляторов 0,34 м/с. Передаются раскаты между клетями при помощи передаточных шлепперов. С передней стороны клетей установлено 2 цепных реверсивных шлеппера с 5-ю тележками, наибольший ход которых 15 м и скорость перемещения 1 м/с. Для передачи раскатов от черновой клетки к чистовой, с задней стороны клетей установлено 2 цепных шлеппера с 8 тележками, наибольший ход которых 11,6 м и скорость передвижения 0,8 м/с.

Диаметр роликов рольгангов перед и за рабочими клетями 500-510 мм, диаметр бочки роликов 2350 мм (перед и за черновой клетью 1900-2100 мм), шаг 1500-3000 мм, скорость транспортировки раскатов 1,3-1,63 м/с.

Все типоразмеры швеллеров на стане «800» прокатываются по следующей стандартной технологической схеме: 3 прохода в трёх калибрах черновой клетки и 4 прохода в четырёх фасонных калибрах чистовой клетки. Скорость прокатки швеллерных раскатов в чистовой клетки находится в диапазоне 3-5 м/с. Тем-

пература начала прокатки в клетях стана составляет 1050-1070 °С, конца прокатки 800-980 °С в зависимости от марки стали и физико-механических свойств производимого профиля. При прокатке фасонных профилей, в частности крупных номеров швеллеров или двутавровой балки, технология прокатки на стане «800» предусматривает раскрой блюмсового раската на парогидравлическом ноже блюминга «1050» на 2 части, при этом разница температуры конца прокатки 1 и 2-го блюмсов составляет 100-120 °С.

По программе модернизации и развития предприятия планировалось, что в связи с возможным переходом на непрерывное литьё заготовок морально и физически устаревшие прокатные станы «1050» и «800» будут выведены из эксплуатации. Также из-за крайне неудовлетворительного состояния отдельных зданий и сооружений цеха, их весьма стеснённого расположения, проведение серьёзных реконструктивных мероприятий в ПЦ-1 считалось экономически нецелесообразным.

Тем не менее, согласно [1], к числу первоочередных задач по совершенствованию техники и технологии первого передела прокатного производства ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского», связанных как с обеспечением роста производства, так и с повышением его технико-экономических показателей, которые постепенно решаются и сохраняют свою актуальность в ближайшей перспективе, следует отнести:

- увеличение объёмов производства товарной продукции;
 - совершенствование систем контроля и управления режимом нагрева слитков в нагревательных устройствах ПЦ-1;
 - расширение сортамента прокатываемых сортовых и фасонных профилей;
 - внедрение контрольно-измерительного оборудования для оперативного определения и контроля массы слитков в потоке обжимного стана «1050»;
 - внедрение современных способов и средств определения длины горячего раската, а также совершенствование технологии раскроя раската с минимизацией получения технологических отходов и выхода немерных длин;
 - рациональное использование существующего оборудования для полной загрузки технологических потоков в период прокатки швеллеров и рельсов.
- Анализ существующих технологий производства фасонных профилей, в частности производства крупных номеров швеллеров, позволяет выявить некоторые дополнительные негативные тенденции, присущие старым рельсобалочным станам с линейным расположением рабочих клетей, а именно:
- в процессе проектирования калибровок, глубина врезов в тело прокатных валков практически достигла своего предела по условиям прочности и жесткости;
 - благодаря использованию текстолитовых подшипников имеет место ненадёжность осевой фиксации прокатных валков, что приводит к перекосу шпинделей и возникновению осевых толчков (смещений) валков по направлению от главного привода. Данный отрицательный фактор, нарушая заданную толщину открытых фланцев швеллерного раската, искажает

расчётные соотношения боковых обжатий открытых и закрытых фланцев, в результате чего нарушается выполнение геометрических размеров швеллерного профиля;

– недостаточна мощность приводов чистовых клетей станов данного типа, так как из-за ограниченной длины раскатных полей, при прокатке раскroенных на 2 части блюмсовых раскатов, являющихся исходной заготовкой для крупногабаритных швеллерных профилей, в связи с низкой температурой конца прокатки, у последних частей блюмсовых раскатов энергопрочностные резервы привода станов находятся на пределе.

В условиях современного прокатного производства, профили швеллерного типа прокатываются двумя основными способами [2-6]: с прямыми и развернутыми полками, для которых используется несколько схем калибровок (рис. 2). Для прокатки швеллеров с прямыми полками – это схема с использованием так называемого «балочного начала» (рис. 2, а), схема корытного типа (рис. 2, б) а также схема калибровки с увеличенным уклоном полок и изогнутой стенкой (рис. 2, в).

Калибровку валков с развернутыми полками осуществляют полосовым способом – методом сгибания прямых полок (рис. 2, г), а также в системе развернутых подготовительных калибров со значительным изгибом стенки и наибольшими противоположками (рис. 2, д).

Предметно рассмотрим некоторые из них. Балочная схема прокатки (рис. 2, а), подразумевает использование исходной заготовки большой высоты, благодаря чему в первом разрезном и нескольких последующих фасонных калибрах формируются значительные и тождественные по площадям действительные и ложные фланцы с небольшим уклоном [7].

В дальнейшем металл, формирующий ложные фланцы (противополки) швеллерного раската, подвергается обжатиям с большими коэффициентами деформации, по сравнению с действительными полками и стенкой швеллерного раската, в процессе прокатки постепенно перемещаясь в них. Недостатком данной схемы из-за значительной высоты ложных фланцев (противополок) является необходимость проведения глубоких врезов в тело прокатных валков черновых клетей, что ухудшает их прочностные характеристики, приводит к снижению стойкости и увеличению показателей расхода прокатных валков.

При прокатке по схеме корытного типа (рис. 2, б) применяются прямополочные калибры с прямой стенкой и увеличенным до 10...15 % выпуском полок. В разрезном калибре глубину разрезного гребня со стороны ложных фланцев делают меньше, чем со стороны полок, а высоту полок контролируют обычно в двух полузакрытых контрольных калибрах: черновом и предчистовом. У всех калибров, вплоть до предчистового, применяют выпуски полок 10...15 %, а в чистовом калибре – 1,5...2,0 % (часто больше). При этом углы между стенкой и наружными гранями полок в черновых и предчистовых калибрах составляют более 90°, и данный угол уменьшается только в чистовом проходе за счёт сгибания отогнутых полок.

В процессе прокатки возникают трудности при входе раската в чистовой калибр, поскольку ширина раската по отогнутым полкам получается больше соответствующей ширины чистового калибра. Применение малого выпуска в предчистовом швеллерном и контрольном калибрах ограничивает дальнейшее увеличение выпусков черновых калибров. Кроме того, малый выпуск чистового калибра сокращает срок службы чистовых валков и делает практически невозможной прокатку швеллеров с параллельными полками.

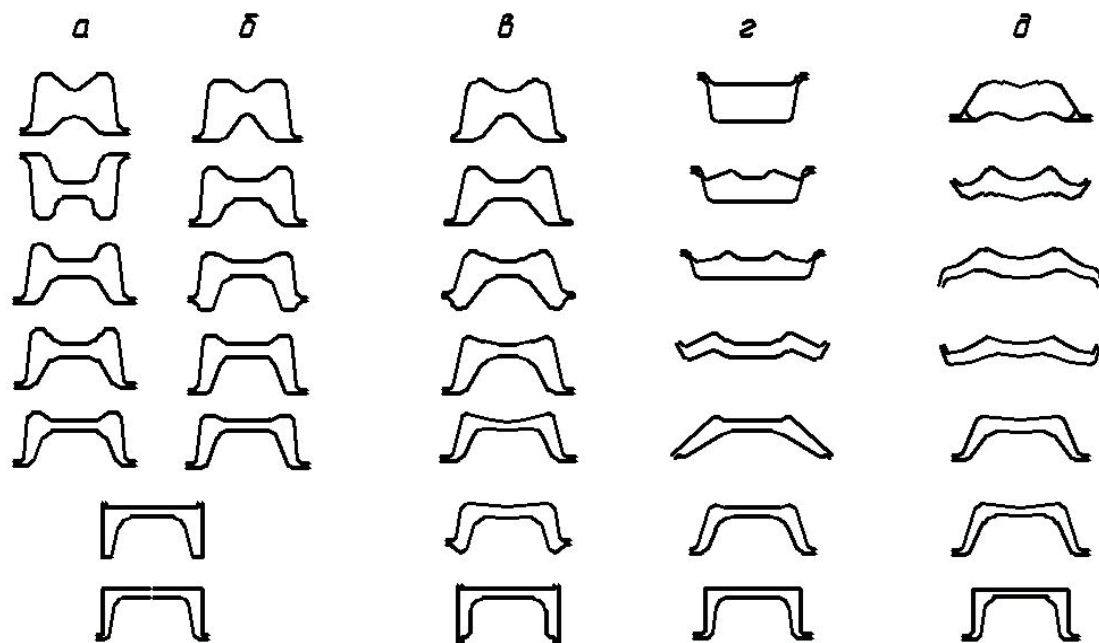


Рис. 2. Схемы прокатки швеллеров: а – балочная; б – корытного типа; в – с увеличенным уклоном полок и изогнутой стенкой; г – сгибанием прямых полок; д – с развёрнутыми полками и изогнутыми стенкой и полками

Указанные недостатки устраняются благодаря применению калибров с прямыми полками и изогнутой стенкой (рис. 2, в), при котором выпуск полок увеличивают до 20-40 %, а угол между средней линией стенки и наружной гранью полок сохраняют равным 90°. В черновых калибрах применяют выпуск полок до 40 %, а в предчистовом и чистовом калибрах – до 10-15 %.

Наиболее совершенной является развернутая калибровка валков, показавшая хорошие результаты на практике при прокатке швеллеров малых и средних размеров. Данная калибровка отличается использованием калибров с изгибом стенки и полок, что облегчает сгибание развёрнутого профиля в швеллер, предотвращает образование складок у основания фланцев и повреждений поверхности полок. Сущность данного способа прокатки состоит в том, что переход от развёрнутого до горизонтали калибра к прямополочному осуществляется постепенно с применением ряда переходных кривополочных калибров, обеспечивающих плавное формоизменение составных элементов швеллерного раската [8].

К достоинствам развернутой калибровки относятся: возможность интенсификации процесса деформации металла, сокращение числа фасонных калибров, возможность прокатки швеллера по минусовым допускам, малая глубина вреза калибров, снижение степени износа калибров за счёт уменьшения разности окружных скоростей по сечению калибра, интенсивное и равномерное обжатие составных элементов профиля, меньший расход прокатных валков, увеличение производительности стана за счёт уменьшения количества перевалок валков и настроек стана.

В 2013-2015 г. на ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского», в условиях ПЦ-1, на линейном трёхклетевом рельсобалочном стане «800» и обжимном прокатном стане-блюминге «1050» было освоено производство крупногабаритного П-образного профиля для крепления подземных горных выработок СВП-33, а также широкого параметрического ряда (линейки) высокомаржинальных крупногабаритных фасонных

профилей – швеллеров U-220, U-240, U-260 и U-280, производимых согласно требованиям группы европейских стандартов EN 10025-1:2004, EN 10026-2:2004, EN 1026-1:2004.

Данная разновидность металлопроката представляет собой используемые в высотном строительстве горячекатаные стальные швеллеры с наклонными гранями полок. Вышеуказанная линейка прокатных профилей формируется в системе из 7-ми калибров балочного типа, образованных двухвалковой черновой и чистовой клетями стана «800». Черновые калибры (кроме первого) выполнены с изогнутой стенкой и прямыми полками, в которых уклон полок весьма незначителен и находится в диапазоне (18-20%), а в группе чистовых калибров не превышает величину 15 %.

При этом последние чистовые калибры, выполняющие функции контроля основных геометрических размеров составных элементов формирующихся швеллеров (ширины и толщины стенки и высоты полок данных прокатных профилей) и функцию подгибки (сворачивания) полок швеллерных раскатов, работают с недостаточной (низкой) загрузкой. Это проявляется в незначительных деформациях площадей поперечного сечения швеллерного раската в предчистовом и чистовом калибрах. При этом коэффициенты вытяжки (λ), полученные для данных прокатных профилей в 4-х чистовых калибрах (табл. 1) находятся в диапазоне 1,067-1,163.

Кроме того, согласно табл. 2, при прокатке параметрического ряда крупных номеров швеллеров U вследствие возникновения поверхностных дефектов имеют место весьма высокие потери металла в брак по прокату, находящиеся в диапазоне 0,25-0,73 % от произведенного.

В литературных источниках имеется информация о том, что качество поверхности готового профиля в основном зависит от работы предчистового калибра. Так, согласно [9], если формирование составных элементов раската в данном предчистовом калибре

Таблица 1

Показатели, характеризующие способ производства швеллеров типа U

Номер швеллера U	Площадь поперечного сечения предчистового калибра S_6 , мм ²	Площадь поперечного сечения чистового калибра S_7 , мм ²	Коэффициент вытяжки профиля в чистовом калибре (λ)
U - 220	3976	3621	1,098
U - 240	4524	4236	1,067
U - 260	5573	4788	1,163
U - 280	6030	5357	1,125

Таблица 2

Потери металла в брак при прокатке швеллеров типа U в 2015г.

Номер швеллера U	Выпуск всего т	Брак				Основные разновидности дефектов брака по прокату									
		металла		проката		рванина		вмятина		кривизна		вкат		геометрия	
		т	%	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%
U – 220	9061,0	6,84	0,08	22,6	0,25	1,7	0,02	11,3	0,12	3,33	0,04	1,33	0,01	–	–
U – 240	9287,3	3,07	0,03	47,0	0,51	0,71	0,01	15,4	0,17	11,8	0,13	9,91	0,14	6,27	0,07
U – 260	4523,7	2,02	0,04	33,1	0,73	0,24	0,01	5,34	0,12	–	–	3,9	0,09	8,2	0,18
U – 280	2553,3	1,62	0,06	11,7	0,45	0,3	0,01	3,86	0,15	1,91	0,07	0,42	0,01	5,08	0,2

будет зависеть от как можно меньшего количества факторов, влияющих на выполнение готового профиля, то, естественно, это приведёт и к лучшему его выполнению.

Поэтому для того чтобы снизить потери металла в брак и расширить сортамент производимых профилей швеллерного типа, кафедрой обработки металлов давлением НМетАУ, совместно с инженерно-техническим персоналом ПЦ-1, для линейного рельсобалочного стана «800» предлагается новая концепция совершенствования технологического процесса прокатки крупногабаритных фасонных профилей.

Учитывая тот факт, что при установленном процессе прокатки, в очагах деформации чистовых калибров приводной чистовой клетки линейного рельсобалочного стана «800» имеется резерв втягивающих сил трения, появляется практическая возможность проведения предметной модернизации его технологического оборудования. Данная модернизация заключается в использовании в качестве активного деформирующего средства дополнительного технологического оборудования – компактной неприводной четырёхвалковой универсальной клетки свободной прокатки, расположенной после выхода или перед входом в последний калибр чистовой клетки стана «800».

При этом, если более предметно рассматривать функции данного технологического оборудования, не обходимо отметить, что неприводная универсальная клетка для стана «800» может быть использована в качестве окончательного средства контроля основных геометрических размеров формирующегося крупногабаритного швеллерного профиля, или же выполнять для него доводочную гибочно-калибрующую технологическую операцию.

Выводы

С целью усовершенствования процесса прокатки крупногабаритных фасонных профилей в условиях

существующих линейных рельсобалочных станов необходимо провести комплекс следующих организационно-технических мероприятий:

- разработать для модернизации чистовой клетки стана «800» конструкцию дополнительного многовалкового универсального калибра, сформированного комплектом прокатных валков в отдельно расположенной калибрующей клетки свободной прокатки;

- выявить количество, оптимальные размеры, конфигурацию и месторасположение валков, формирующих данный универсальный калибр;

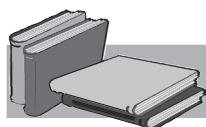
- разработать новую технологию производства крупных номеров швеллеров на линейном рельсобалочном стане «800» с использованием данного универсального калибра;

- провести в данном многовалковом универсальном калибре теоретические и экспериментальные исследования энергосиловых и кинематических параметров прокатки крупных номеров швеллерных профилей;

- исследовать воздействие процесса прокатки в данном универсальном калибре на качество внешней поверхности и контролируемые геометрические параметры готового швеллерного профиля;

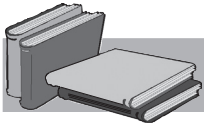
- выявить оптимальные размеры швеллерного раската, задаваемого из чистового калибра стана «800» в разработанный многовалковый универсальный калибр;

- внедрить по разработанной технологии на линейном рельсобалочном стане «800» производимый по европейским стандартам новый фасонный прокатный профиль – швеллер U – 300.



ЛИТЕРАТУРА

1. Мазов М. М. Совершенствование техники и технологий в условиях металлургического производства ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского» / М. М. Мазов // Металл и литье Украины – 2014. – № 5-6. – С. 16-19.
2. Бахтинов Б. П. Калибровка прокатных валков / Б. П. Бахтинов, М. М. Штернов – М.: Металлургиздат, 1958. – 784 с.
3. Илюкович Б. М. Прокатка и калибровка: Справочник в 6 томах / Б. М. Илюкович, Н. Е. Нехаев, В. П. Капелюшный; под ред. Б. М. Илюковича – Днепропетровск: РВА «Дніпро-ВАЛ», 2004. – Т. V. – 481 с.
4. Грудев А. П. Технология прокатного производства: Учебник для вузов / А. П. Грудев, Л. Ф. Машкин, М. И. Ханин – М.: Металлургия, 1994. – 656 с.
5. Виноградов А. П. Калибровка прокатных валков / А. П. Виноградов, Г. А. Виноградов – М.: Металлургиздат, 1950. – 340 с.
6. Протасов А. А. Калибровка прокатных валков / А. А. Протасов – М.: Металлургиздат, 1963. – 330 с.
7. Дорожко И. К. Освоение нового способа прокатки швеллеров на стане 600 / И. К. Дорожко, М. Б. Луцкий, В. А. Луценко, А. А. Чичкан // Сталь. – 1998. – № 7. – С. 42-45.
8. Старченко Д. И. Развернутая калибровка фасонных профилей / Д. И. Старченко – М.: Металлургиздат, 1952. – 247 с.
9. Головатенко А. В. Развитие технологии прокатки и процессов калибровки железнодорожных рельсов / А. В. Головатенко, К. В. Волков, В. В. Дорофеев, С. В. Степанов, А. В. Добрянский // Производство проката – 2014. – № 2. – С. 25-39.



REFERENCES

1. Mazov M. M. (2014) Sovershenstvovanie tehniki i tehnologij v usloviyah metallurgicheskogo proizvodstva PAO «EVRAZ – DMZ im. Petrovskogo» [Improvement of equipment and technologies in the conditions of metallurgical production of PJSC «EVRAZ – DMZ them. Petrovsky»] Metall i lit'e Ukrainy – Metal and casting of Ukraine, 5-6, 16-19. [In Russian].
2. Bakhtinov B. P., Shternov M. M. (1958) Kalibrovka prokatnyh valkov [Calibration of the rolls]. Moscow: Metallurgy Press. [In Russian].
3. Ilyukovich B. M., Nekhaev N. E., Kapelyushny V. P. (2004) Prokatka i kalibrovka: Spravochnik v 6 tomah [Rolling and Calibration: Reference Guide in 6 volumes] B. M. Ilyukovich (Ed.). Dnepropetrovsk: PBA «Dnipro-TREE», Vol. V [In Russian].
4. Grudev A. P., Mashkin L. F., Hanin M. I. (1994) Tehnologija prokatnogo proizvodstva: Uchebnik dlja vuzov. [The technology of rolling production: Textbook for universities]. Moscow.: Metallurgy. [In Russian].
5. Vinogradov A. P., Vinogradov G. A. (1950) Kalibrovka prokatnyh valkov [Calibration of the rolls] Moscow: Metallurgy Press. [In Russian].
6. Protasov A. A. (1963) Kalibrovka prokatnyh valkov [Calibration of the rolls]. Moscow: Metallurgy Press. [In Russian].
7. Dorozhko I. K., Lutski M. B., Lutsenko V. A., Chychkan A. A. (1998) Osvoenie novogo sposoba prokatki shvellerov na stane 600 [Development of a new method of rolling mill 600 on the channel bars] Stal' – Steel, 7, 42-45. [In Russian].
8. Starchenko D. I. (1952) Razvernutaia kalibrovka fasonnyh profilej [Expanded calibration shaped sections]. Moscow: Metallurgy Press. [In Russian].
9. Golovatenco A. V., Volkov K. V., Dorofeev V. V., Stepanov S. V., Dobriansky A. V. (2014) Razvitie tehnologii prokatki i processov kalibrovki zheleznodorozhnyh rel'sov [Development of rolling technology and process calibration rails]. Proizvodstvo prokata – Production of rolled steel, 2, 25-39. [In Russian].

Анотація

Сухомлин С. А.

Нова концепція вдосконалення технологічного процесу прокатки фасонних профілів та модернізації обладнання лінійних рейкобалкових прокатних станів. Повідомлення 2

Представлено сучасний технічний стан першого прокатного переділу «ПАТ ЕВРАЗ – ДМЗ ім. Петровського». Дано комплексну оцінку організаційно-технічним заходам, спрямованим на вдосконалення технології прокатки і модернізацію основного і допоміжного технологічного устаткування стану «800». Визначено подальші перспективні напрямки вдосконалення роботи рейкобалкового стану «800», з урахуванням сучасних вимог до виробленої металопродукції. Розглянуто питання можливості використання при прокатці великогабаритного фасонного металопрокату окремо розміщеної неприводної універсальної чистової кліті вільної прокатки.

Ключові слова

рейкобалковий стан, фасонний металопрокат, швелери, технічне переозброєння, калібрування швелерних профілів, привалкова арматура, неприводна чотирьохвалкова кліть, ресурсозберігаючі технології

Summary

Sukhomlin S.

New concept of rolling improving for shaped sections and modernization of rail and linear rolling mills. Message 2

The article presents the current technical state of the first rolling processing on «PAO EVRAZ – DMZ them. Petrovsky». The complex estimation of organizational and technical measures aimed at improving the rolling technology and modernization of the main and auxiliary technological equipment of the mill «800» was made. The further perspective directions of improving the work of rolling mill «800» in accordance with modern requirements for metal were determined. The problem of the possibility of use the free standing non-drive-free universal finishing mill rolling in large-sized shaped metal rolling is considered.

Keywords

rolling mill, shaped metal, channels, modernization, calibration of U-profile, roll guides, non-drive four-high stand, resource saving

Поступила 29.02.2016