

Г. В. Бергеман

ПАО «ЕВРАЗ Днепропетровский металлургический завод им. Петровского», Днепропетровск

## Технологические особенности производства крупногабаритного швеллерного профиля U-260 в условиях рельсобалочного стана «800»

В условиях прокатного производства ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского» разработан комплекс технических решений, позволяющих стабилизировать первоначальную стадию процесса прокатки крупногабаритного швеллерного профиля U-260, путём последовательного и рационального заполнения металлом очага деформации чернового разрезного калибра рельсобалочного стана «800».

**Ключевые слова:** швеллерный прокатный профиль U-260, линейный рельсобалочный стан «800», фасонный черновой калибр, коэффициент вытяжки, нейтральная линия калибров

**Постановка проблемы.** В существующих экономических реальностях современного металлургического производства, для повышения конкурентоспособности производимой товарной продукции (металлопроката), одним из необходимых условий является расширение производимого сортамента фасонных разновидностей прокатных профилей [1].

В условиях металлургического предприятия ПАО «ЕВРАЗ-ДМЗ им. Петровского», при рассмотрении возможности повышения конкурентоспособности производимого параметрического ряда прокатных профилей швеллерного типа, были выявлены следующие тенденции и особенности. Ранее на нашем предприятии данная разновидность фасонного металлопроката производилась по техническим условиям (ТУ), при этом украинскими потребителями (да и покупателями металлопроката в Российской Федерации и других странах ближнего и дальнего зарубежья) данному готовому продукту всегда давалась высокая качественная оценка. С целью максимального удовлетворения потребительского спроса, нашим предприятием по ТУ освоено производство практически всего параметрического ряда швеллеров (от 8П до 30П). При сохранении технических характеристик, регламентируемых ТУ, за счёт своих конструктивных особенностей, швеллера обладают меньшей металлоёмкостью по сравнению с аналогичными прокатными профилями, изготовленными согласно Госстандартам, что также является важным аргументом для потребителей. При этом в последнее время объёмы продаж данной разновидности фасонных прокатных профилей постоянно увеличиваются [2].

Однако практика показала, что реализация швеллерных профилей, производимых согласно Госстандартов и ТУ, затруднена в странах входящих в Евросоюз, где действуют западные стандарты на металлопрокат, которых неукоснительно придерживаются западные фирмы и компании. Поэтому, начиная с 2008 г. на ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровско-

го» была принята программа освоения производства по евростандартам новых профилей швеллерного типа. Основной целью данного организационно-технического мероприятия является расширение сортамента производимых видов металлопроката и освоение новых рынков сбыта металлопродукции [3]. В рамках данной программы в ПЦ-1 и ПЦ-2 произошло освоение нескольких разновидностей швеллеров с уклоном полок, производимых согласно европейским стандартам, в частности швеллерный профиль U-260, из сталей марок S-235JO (S-235JR) согласно стандарту DIN EN 1026-1:2004. Технические характеристики профиля U-260 представлены в таблице.

**Постановка задачи.** Разработать для условий черновых калибров двухвалковой клетки линейного рельсобалочного стана «800» способ прокатки крупногабаритного швеллерного профиля U-260, имеющий коэффициент соотношения площади поперечного сечения исходной заготовки к площади поперечного сечения готового швеллерного профиля (суммарный коэффициент вытяжки)  $\mu = 11,83$ .

Решение данной технической задачи позволит обеспечить стабильность процесса прокатки и устойчивость центрирования исходной передельной заготовки, используемой для производства U-260 в первом фасонном (разрезном) калибре балочного типа черновой клетки стана «800». Качественное проведение вышеуказанной технологической операции является необходимым условием для получения первого чернового калибра стана «800» требуемой конфигурации поперечного сечения раската формирующегося крупногабаритного швеллерного профиля U-260.

### Основные технические характеристики прокатного профиля U-260

| Площадь поперечного сечения (см <sup>2</sup> ) | Линейная плотность (кг/м) | Справочные значения для осей (x - x) и (y - y) |                |  |       |
|--|---------------------------|--|----------------|--|-------|
|  |                           | момент инерции J(см <sup>4</sup> )             |                | момент сопротивления W(см <sup>3</sup> ) |       |
| S  | ρ                         | J <sub>x</sub>                                 | J <sub>y</sub> | W <sub>x</sub>                           | 47,7  |
| 48,3   | 37,9                      | 4820,0   | 317,0          | 371,0                                    | 148,0 |

### Анализ последних исследований и публикаций.

В прокатном производстве разработаны различные структурные схемы и способы прокатки различных типов крупногабаритных швеллерных профилей, для использования которых главными критериями являются конструктивные особенности технологического оборудования прокатных станов, степень мощности их приводов, а также габаритные размеры исходной передельной заготовки.

При способе производства швеллеров на сортовых станах, оборудованных трёхвалковыми клетями, с использованием так называемого «балочного» начала [4], исходная заготовка, как правило, всегда имеет большую высоту. Соответственно, в первом и последующих черновых фасонных калибрах, на швеллерных раскатах формируются значительные по площади действительные и ложные фланцы, что приводит к необходимости глубоких врезов в тело валков черновых клетей прокатных станов. Благодаря данной отличительной особенности снижаются прочностные характеристики прокатных валков и ограничиваются возможности прокатки крупных номеров швеллерных профилей.

При полосовом способе производства, основанном на постепенном сгибании фланцев формирующегося швеллерного раската [5-6], также имеются определённые трудности, возникающие при задаче полосы в первый и последующий после полосового черновые калибры. Ещё необходимо отметить, что из-за сложности настройки вводной арматуры усложняется процесс сгибания полок швеллерного раската. При использовании данного способа наблюдается негативная особенность получения готового профиля с поверхностными дефектами (складками и трещинами), формирующимися на сопрягаемых поверхностях составных элементов швеллера при подгибке фланцев.

Хорошо зарекомендовавшим себя является способ производства швеллеров с использованием развернутых калибров, получивший широкое распространение на сортовых станах, отличающийся интенсивной деформацией в каждом последующем калибре формирующихся составных элементов (стенки и фланцев) швеллерного раската [7-8]. Кроме того, при использовании калибров развернутой конфигурации для получения готового швеллерного профиля, появляется практическая возможность уменьшить число фасонных проходов в процессе его производства и сократить расход прокатных валков.

### Изложение основных материалов исследований.

Вначале рассмотрим этап получения исходной заготовки, необходимой для производства крупногабаритного швеллерного профиля U-260.

Прокатка швеллера U-260 в калибрах линейного рельсобалочного стана «800» ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского» производится из исходной передельной заготовки – блюмса с поперечным сечением седлообразной формы, верхняя и нижняя горизонтальные образующие стороны которого имеют форму вогнутого эллипса. Данная исходная заготовка последовательно формируется в 5-ящичных калибрах блюминга «1050» из слитка полуспокойной стали марки S-235JR или S-235JO. Эксперимен-

тальные исследования показали, что на выходе из последнего калибра блюминга «1050», оптимальное соотношение к друг другу основных геометрических параметров, формирующих исходную седлообразную заготовку, в частности толщины ( $S_0$ ) в середине поперечного сечения заготовки, а также высоты ( $B_0$ ) и ширины ( $H_0$ ) заготовки должно составлять соответственно 150 мм : 200 мм : 240 мм или 1 : 1,33 : 1,6. Использование заготовки с данной конфигурацией поперечного сечения позволяет: обеспечить оптимальные условия захвата заготовки валками, формирующими первый фасонный разрезной калибр стана «800», снизить динамические нагрузки на механическое оборудование и привод черновой клетки стана.

После выхода из последнего калибра блюминга «1050» полученную исходную заготовку, предназначенную для производства крупногабаритного прокатного профиля U-260, с температурой нагрева (1110-1180 °С) начинают прокатывать в один проход в первом фасонном разрезном калибре, сформированном в двухвалковой черновой клетке рельсобалочного стана «800». Данный разрезной калибр балочного типа (рис. 1) сделан открытым и образован верхним горизонтальным валком, ручей которого выполнен с боковыми стенками, гребнем высотой ( $H_{в.г.}$ ) и нижним горизонтальным валком с гребнем высотой ( $H_{н.г.}$ ).

Необходимо также отметить, что основные геометрические параметры данного чернового калибра, в первую очередь – расположение нейтральной линии калибра (Н.Л.К.), а также его ширина и высота определяются основными габаритными размерами – шириной ( $H_0$ ) и высотой ( $B_0$ ) задаваемой в него исходной седлообразной заготовки.

Первоначальная стадия прокатки подразумевает, что в момент захвата заготовки валками (рис. 2), практически одновременно в первый контакт с внешней поверхностью заготовки входят гребень нижнего валка в точках встречи заготовки ( $P-P_1$ ) и боковые стенки ручья верхнего валка в точках встречи заготовки ( $N-N_1$ ), которые ограничивают возможности поперечного перемещения металла в очаге деформации.

Соответственно, расстояние от плоскости осей валков калибра до точек встречи заготовки с гребнем

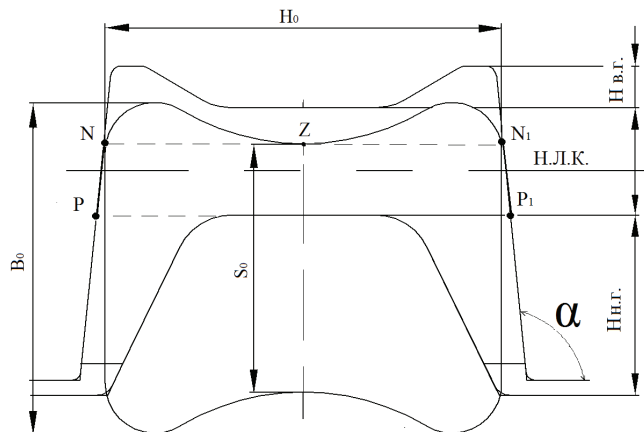
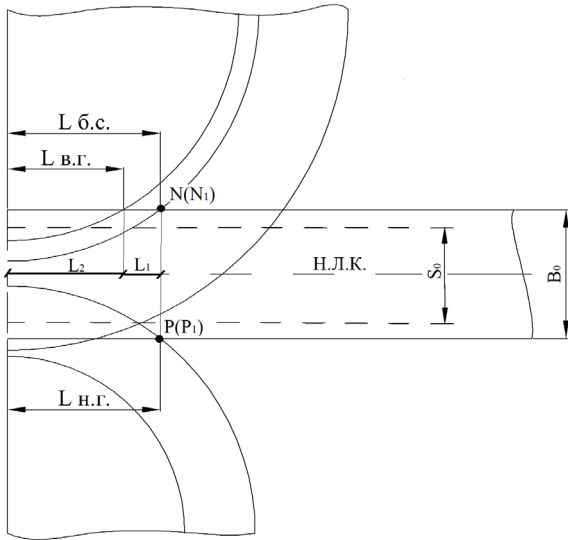


Рис. 1. Первый фасонный черновой калибр рельсобалочного стана «800» с поступающей в него исходной заготовкой швеллера U-260



**Рис. 2.** Момент захвата прокатными валками исходной заготовки швеллера U-260 в первом фасонном калибре черновой клетки стана «800»

нижнего валка ( $l_{н.г.}$ ) и боковыми стенками калибра ( $l_{б.с.}$ ) практически одинаковы (рис. 2).

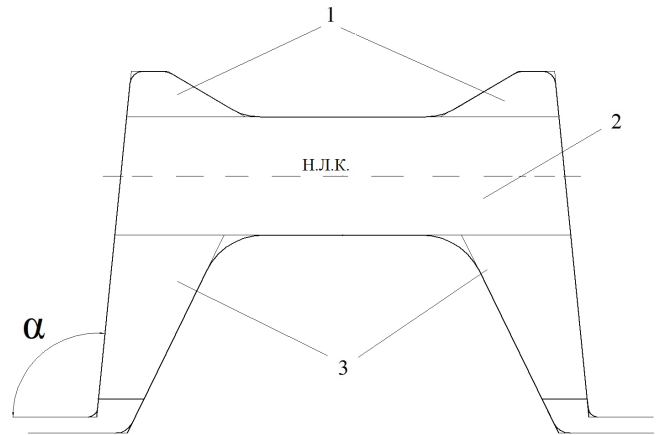
Учитывая факт ограниченной возможности поперечных перемещений заготовки, при прохождении

$$(l_{н.г.}) = (l_{б.с.})$$

в калибре заготовкой заданного расстояния ( $l_1$ ) =  $[(l_{н.г.}) = (l_{б.с.})] - (l_{в.г.})$ , начинается процесс её самоустановки непосредственно в самом очаге деформации (где  $(l_{в.г.})$  – расстояние от плоскости осей валков калибра до точек встречи заготовки с гребнем верхнего валка).

В дальнейшем, при прохождении в калибре заготовкой заданного расстояния ( $l_2$ ) =  $(l_{в.г.})$  происходит процесс её окончательного центрирования относительно вертикальной оси калибра, проявляющийся в её непосредственном контакте с тремя зонами ручья верхнего горизонтального валка – по вершине его гребня и с прямолинейными участками двух боковых стенок (рис. 2). При этом оба прямолинейных участка боковых стенок калибра ( $NP$ ) и ( $N_1P_1$ ), непосредственно центрирующие заготовку, находятся между уровнем точки сопряжения ( $Z$ ) верхней горизонтальной образующей стороны седлообразной заготовки с серединой её поперечного сечения и уровнем вершины гребня (площадки) нижнего ручья калибра (рис. 1). Кроме того, данные прямолинейные участки боковых стенок калибра выполнены с наклоном под углом  $\alpha$ , расположенным между прямолинейной поверхностью боковых стенок наружного контура ручья калибра и горизонталью и находящемся в диапазоне ( $92^\circ 52' - 95^\circ 43'$ ). Диапазоны вышеуказанных параметров калибра являются оптимальными и установлены экспериментальным путем, исходя из необходимости устойчивости процесса центрирования исходной заготовки в первом черновом калибре и исключения возникновения неточности (несимметричности) при ее разрезке гребнями верхнего и нижнего прокатных валков.

Также в процессе прохождения седлообразной заготовкой расстояния ( $l_2$ ) =  $(l_{в.г.})$  в данном калибре, происходит его последовательное рациональное заполнение металлом, позволяющее при  $(l_{в.г.}) = 0$  завершить симметричную разрезку исходной заготовки гребнем нижнего прокатного валка. Затем, при фактическом выходе заготовки из очага деформации первого разрезного фасонного калибра, формируется конфигурация швеллерного раската крупногабаритного прокатного профиля U-260 (рис. 3), с поперечным сечением, обладающим составными структурными элементами, выполненными в виде двух ложных фланцев 1, стенки 2, и двух полок 3.



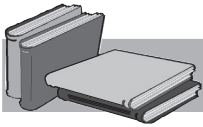
**Рис. 3.** Конфигурация сформированного швеллерного раската U-260, полученная в первом черновом фасонном калибре стана «800»

## Выводы

Использование разработанного комплекса технических решений, задействованных в процессе прокатки в группе черновых калибров рельсобалочного стана «800» на ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского» крупногабаритного швеллерного профиля U-260, позволит:

- повысить технологическую гибкость рельсобалочного стана, путём унификации геометрических параметров исходной заготовки с целью возможности её дальнейшего использования при производстве не одного, а нескольких крупногабаритных швеллерных профилей, в частности для производства швеллера № 27П;

- стабилизировать первоначальную стадию процесса прокатки швеллерного профиля U-260, путём последовательного и рационального заполнения металлом очага деформации чернового разрезного калибра рельсобалочного стана, непосредственно формирующего первоначальный раскат данного крупногабаритного швеллерного профиля.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Бергеман Г. В. Перспективные направления совершенствования металлургических технологий на ОАО «ДМЗ им. Петровского» / Г. В. Бергеман // Металл и литьё Украины. – 2008. – № 5. – С. 3-5.
2. Фролов Д. Б. Маркетинг металлопродукции ПАО «ЕВРАЗ-ДМЗ им. Петровского» и пути повышения её конкурентоспособности / Д. Б. Фролов // Металл и литьё Украины. – 2014. – № 5-6. – С.13-15.
3. Фролов Д. Б. Разработка путей повышения конкурентоспособности и коммерческой привлекательности предприятия / Д. Б. Фролов // Новости науки Приднепровья. – 2012. – № 3-4. – С. 98-101.
4. Бахтинов Б. П. Калибровка прокатных валков / Б. П. Бахтинов, М. М. Штернов – М.: Металлургиздат, 1953. – 784 с.
5. Грудев А. П. Технология прокатного производства / А. П. Грудев, Л. Ф. Машкин, М. И. Ханин – М.: Металлургия, 1970. – 216 с.
6. 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.
7. Совершенствование технологии производства швеллеров с применением развернутой калибровки валков / Г. В. Бергеман, С. М. Антонюк, М. В. Краев и др. // Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2007. – 64 с.
8. Илюкович Б. М. Прокатка и калибровка: Справочник / Б. М. Илюкович, Н. Е. Нежаев., В. П. Капелюшный. – Днепропетровск: РИА «Днепр-Вал», 2004. – Т. 5. – 375 с.

### Анотація

*Бергеман Г. В.*

Технологічні особливості виробництва крупногабаритного швелерного профілю U-260 в умовах рейкобалкового стану «800»

*В умовах прокатного виробництва ПАТ «ЄВРАЗ – ДМЗ ім. Петровського» розроблений комплекс технічних рішень, що дозволяють стабілізувати первісну стадію процесу прокатки великогабаритного швелерного профілю U-260, шляхом послідовного та раціонального заповнення металом осередку деформації чорнового розрізного калібру рейкобалкового стану «800».*

### Ключові слова

*швелерний прокатний профіль U-260, лінійний рейкобалковий стан «800», фасоний чорновий калібр, коефіцієнт витяжки, нейтральна лінія калібрів*

### Summary

*Bergeman G.*

Technological peculiarities of U-260 large rollformed channel production on «800» rail and structural steel mill

*In conditions of PJSC «Eurasia – DMZ named Petrovsky» mill products the technical solutions complex was developed. It allows the stabilization of the initial stage of rolling process for large U-260 rollformed channel by a consistent and rational filling the deformation zone of «800» rail and structural steel mill rough fuller with metal.*

### Keywords

*U-260 large rollformed channel, linear «800» rail and structural steel mill, contour roughing groove, coefficient of elongation, neutral line of a groove*

Поступила 09.04.15