

Особенности применения развернутой калибровки швеллеров при производстве профиля U200 в условиях стана 550

Проведен анализ течения металла в очаге деформации при прокатке развернутой заготовки в калибре с прямыми полками. Определены возможности применения соотношений применяемых для производства швеллерных профилей при прокатке U-профилей. Предложены уточнения калибровки для обеспечения стабильной прокатки швеллера U200. Ил. 5. Табл. 2. Библиогр.: 4 назв.

Ключевые слова: швеллер, полка, стенка, площадь элементов, формоизменение, обжатие

The analysis of metal flow in the deformation zone at the deployed blanks rolling in caliber with straight shelves is done. Application possibilities for the geometric ratios of the channel bar production used at the rolling of U-shape profiles is shown. Also improved calibration for the stable rolling of the U200 profile is proposed.

Keywords: channel bar, flange, web, square of elements, forming, strain

Швеллерный профиль является одним из самых востребованных на рынке сортового проката. Швеллера составляют около 70 % всей продукции производимой на стане 550 ПАТ «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского». В связи с этим остаются актуальными вопросы разработки и усовершенствования калибровок прокатных валков при освоении новых и производстве существующих профилей швеллерного сортамента. Наиболее перспективным направлением развития при этом представляется использование развернутой калибровки валков [1].

На стане 550 ПАТ «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского» освоено производство крупных швеллерных профилей (№ 20П-24П, № 30П) на основе развернутой калибровки нового типа [2, 3]: при расчете параметров калибров обжатия в предчистовом калибре принимаются от 1,06 до 1,09 для основания полки и от 0,95 до 1,05 для конца полки. Использование данных соотношений давало хороший результат, но по мере увеличения номера швеллера появлялась необходимость в увеличении обжатий полок по сравнению с обжатием по стенке. Например, для швеллера 8П это 1,061, а для швеллера 24П – 1,084.

Аналогичный подход был использован при освоении подобным способом производства швеллера U200. При этом выбор самого высокого соотношения из описанного в патенте [3] не привел к желаемым результатам: высота полок при сворачивании профиля в прямополочном калибре отклонялась от необходимой величины и была не стабильной по длине раската.

Целью данной работы является определение возможности применения соотношений площадей стенки и полок швеллера, определенных в патенте [3], при прокатке U-профилей и их уточнение для обеспечения стабильной прокатки швеллера U200.

В качестве критерия для определения диапазона применимости вышеуказанных соотношений было предложено использовать отношение площадей шейки и полок $S_n / (2 \cdot S_b)$ в прокатываемом профиле. Традиционно это отношение определяют в зависимости от способа деления профиля на стенку и полки

(рис. 1) [4]. Для определения оптимального способа определения отношения $S_n / (2 \cdot S_b)$ был проведен анализ течения металла в продольном направлении при прокатке развернутой заготовки (рис. 2а) в калибре с прямыми полками (рис. 2б).

Исследование формоизменения проката проводилось с использованием программного продукта Forge 3D® во время стажировки одного из авторов в Политехническом университете г. Ченстохова (Польша).

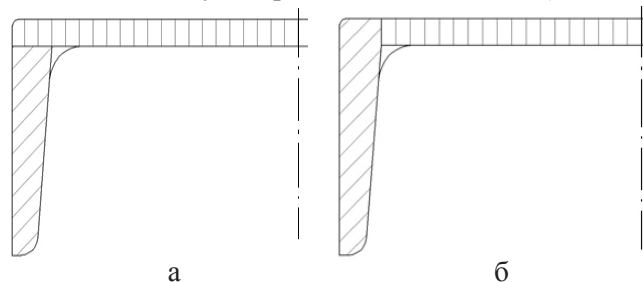


Рис. 1. Деление сечения швеллера: а – по Брово и Кирхбергу, б – по Тафелю

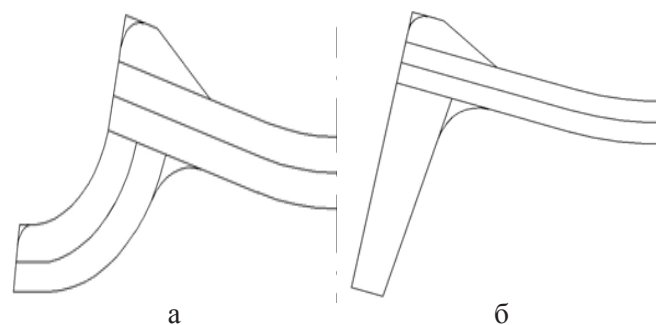


Рис. 2. Форма заготовки (а) и калибра (б) для сворачивания при прокатке швеллерных профилей в условиях стана 550

Моделирование проводилось для следующих условий: материал – сталь S235J0, температура прокатки – 1100 °С, скорость прокатки 2,3 м/с, диаметры верхнего и нижнего валков по буртам – 670 и 530 мм соответственно. Анализ течения металла в продольном направлении позволяет выделить шесть зон в поперечном сечении профиля, в пределах которых вытяжка металла примерно одинакова (рис. 3). По результатам

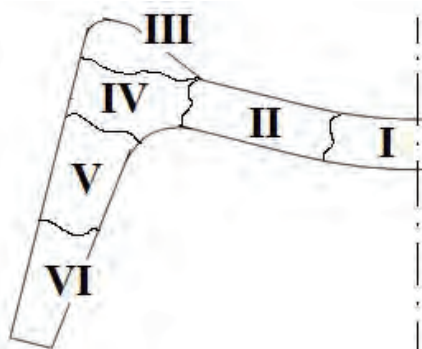


Рис. 3. Разделение поперечного сечения проката на зоны с одинаковой вытяжкой

расчетов были получены диаграммы распределения продольной составляющей скорости в поперечном сечении профиля по длине очага деформации (рис. 4). В начале деформации (до $x/l_d = 0,5$) значение продольной скорости не значительно возрастает и остается постоянным для всего сечения профиля. Это объясняется тем, что на этом этапе деформации происходит интенсивное сворачивание полки без существенного обжатия по стенкам и полкам. Далее (до $x/l_d > 0,5$) начинается интенсивная деформация металла. На этом участке вытяжка в зоне IV неоднозначно зависит от течения в стенке или полках профиля. На отрезке $0,7 > x/l_d > 0,5$ скорости в рассматриваемом элементе IV близки к значениям в полке. Ближе к выходу из очага скорости в элементе IV находятся между значениями в полке и стенке, т.е. оба эти элемента оказывают влияние на течение в углу швеллерного профиля.

Таким образом, использование традиционных способов деления профиля для определения отношения $S_h/(2 \cdot S_b)$ представляется не обоснованным для рассмотренных выше условий прокатки. В данной работе предлагается определять эти отношения без учета зоны принадлежащей как полкам, так и стенке (рис. 5).

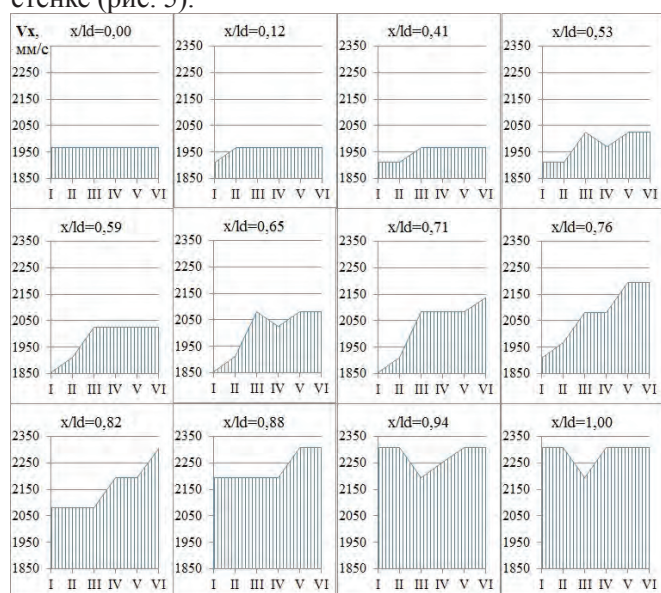


Рис. 4. Распределение продольной скорости в поперечных сечениях профиля по длине очага деформации: $x/l_d = 0$ – начало очага деформации, $x/l_d = 1$ – конец очага деформации (плоскость осей валков)

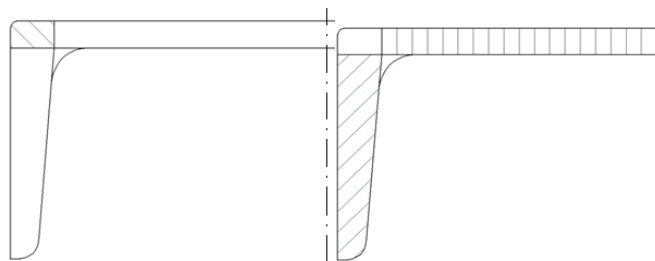


Рис. 5. К определению отношения площадей шейки и полок: а – зона, принадлежащая как полкам, так и стенке, б – зоны для расчета $S_h/(2 \cdot S_b)$

Таблица 1. Геометрические соотношения в U-профилях

Швеллер	h	b	s	t	S_h	$2 \cdot S_b$	$S_h/(2 \cdot S_b)$
	мм	мм	мм	мм	мм ²	мм ²	
U80	80	45	6	8	384	605	0,63
U100	100	50	6	8,5	498	727	0,69
U120	120	55	7	9	714	837	0,85
U140	140	60	7	10	840	1030	0,82
U160	160	65	7,5	10,5	1043	1173	0,89
U180	180	70	8	11	1264	1324	0,95
U200	200	75	8,5	11,5	1505	1484	1,01
U220	220	80	9	12,5	1755	1724	1,02
U240	240	85	9,5	13	2033	1906	1,07
U300	300	100	10	16	2680	2808	0,95

Таблица 2. Геометрические соотношения в швеллерных профилях

Швеллер	h	b	s	t	S_h	$2 \cdot S_b$	$S_h/(2 \cdot S_b)$
	мм	мм	мм	мм	мм ²	мм ²	
8П	80	40	4,2	7,4	274	530	0,52
10П	100	46	4,3	7,6	365	634	0,58
12П	120	52	4,3	7,9	448	754	0,59
14П	140	58	4,4	8,2	544	879	0,62
16П	160	64	4,4	8,5	629	1013	0,62
18П	180	70	4,5	9,2	727	1205	0,60
20П	200	76	4,6	9,6	832	1371	0,61
22П	220	82	4,6	10	920	1548	0,59
24П	240	90	4,8	10,6	1050	1806	0,58
30П	300	100	6,3	11,4	1746	2136	0,82

Проведенный таким образом анализ существующих соотношений площадей стенки и полок готовых профилей, прокатываемых на стане 550 (таб. 1), и фактических соотношений элементов профиля, описанных в патенте [3] (таб. 2), показывает, что величиной, определяющей возможность использования соотношений, описанных в патенте, является соотношение площади стенки (S_h) профиля к площади полок (S_b) меньше 0,65. При соотношении больше данной величины влияние стенки становится прева-



Рис. 6. Поперечное сечение заготовки и раската в калибре для сворачивания при прокатке швеллерных профилей: а – швеллер № 20П, б – профиль U200

лирующим и тех обжатий, которые были определены становится мало для обеспечения гарантированной величины полок. С учетом этого при разработке калибровки для прокатки швеллера U200 обжатие по полке в прямополочном калибре было увеличено на величину соотношения площадей стенки и полка в готовом профиле к коэффициенту 0,6. Опытная прокатка показала удовлетворительные результаты: высота полка в прямополочном калибре полностью соответствовала расчетной и была стабильной на всем протяжении раската (рис. 6).

Выводы

Проведен анализ течения металла в очаге деформации при прокатке развернутой заготовки в калибре с прямыми полками. Анализ подтвердил неоднозначность отдельного влияния стенки или полка профиля на течение металла в углах профиля. Практические результаты показали необходимость уточнения соотношений, изложенных в патенте [3], и подтвердили

правильность теоретически полученных результатов по корректировке коэффициентов.

Библиографический список

1. Илюкович Б.М., Нехаев Н.Е., Капелюшный В.П. Прокатка и калибровка: Справочник в 6 томах / Под ред. Илюковича Б.М. – Днепропетровск: РВА «Дніпро-ВАЛ», 2004. – Т. V. – 481 с.
2. Современные 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.
3. Пат. 75971 Україна, В21В 27/02 (2006.01). Спосіб прокатки профілів швеллерного типу / Бергеман Геннадій Володимирович; Білик Анатолій Миколайович; Антонюк Сергій Михайлович [та ін.] (Україна); заявники та власники Бергеман Геннадій Володимирович; Білик Анатолій Миколайович; Антонюк Сергій Михайлович; Бойко Володимир Іванович; Пелих Ігор Володимирович. – № 2004042438; заявл. 17.10.2005, Бюл. № 10; опубл. 15.06.2006, Бюл. № 6.
4. Прокатка и калибровка / Х. Хофф, Т. Даль. – М.: Металлургиздат, 1957. – 203 с.

Поступила 15.10.1013



Вниманию авторов и читателей!

ООО «Укрметаллургинформ «НТА» проведена большая работа по созданию архива электронной версии журнала «Металлургическая и горнорудная промышленность» за период с 2004 г. по текущий номер. Информировем о появившейся возможности осуществления подписки на архив электронной версии журнала.

Напоминаем о возможности оформления подписки через редакцию, начиная с любого ранее вышедшего номера.

Сотрудничество с ООО «Укрметаллургинформ «НТА» создает надежный информационный фундамент Ваших достижений.