

**Влияние рассогласования скоростей двух соседних клетей на размеры катанки и величину продольного напряжения в полосе между клетями**

Студент Добрынь А.В.  
Научный руководитель - Штода М.Н.  
Днепропетровский государственный  
технический университет  
Украина, г. Каменское

При прокатке сортовых профилей в непрерывных группах клетей с натяжением наблюдается уменьшение горизонтального размера раската. Это хорошо видно при измерении размеров готового профиля в центральной части мотка [1]. Натяжение или подпор полосы между клетями стана зависят от настройки скоростного и деформационного режима прокатки. Фактически, каждый раз стан настраивают по-разному, так как меняются размеры валков и калибров, меняются размеры и настройка привалковой арматуры, валки также устанавливаются неодинаково, отличаться могут и другие условия процесса прокатки – скорость, трение, температура и так далее. Все это сказывается на деформационный и скоростной режим прокатки.

В случае, если прокатка производится в клетях с индивидуальным приводом, существует возможность корректировки режима натяжений за счет изменения частоты вращения валков по клетям. А, в случае, если прокатка производится с интегральным приводом (чистовые проволочные блоки), то режим натяжений зависит только от точности настройки зазоров по клетям.

Во всех случаях, и при прокатке в клетях с индивидуальным, и при прокатке в клетях с общим приводом величина продольных напряжений в полосе между клетями зависит прежде всего от величины рассогласования частоты вращения валков соседних клетей стана. Однако до сих пор отсутствует достоверная информация о взаимосвязи между величиной рассогласования скоростного режима смежных клетей на величину напряжения в полосе между клетями. А это затрудняет расчеты как величины деформации металла при прокатке с натяжением и подпором, так и скоростного режима прокатки.

Целью данного исследования является изучение влияния рассогласования скоростей прокатки в предчистовой и чистовой клетях непрерывного стана на величину натяжения и горизонтальный размер готового круглого профиля.

Для исследования влияния рассогласования скоростей чистовой и предчистовой клетей проволочного стана на размеры готового профиля была разработана математическая модель непрерывной сортовой прокатки в среде QForm. Модель предполагает использование овального и круглого калибров в предчистовой и чистовой клетях стана, соответственно, и разработана для четверти прокатываемого профиля. Валки клетей стана расположены относительно друг друга под углом  $90^\circ$ . Исходная заготовка – круглый профиль диаметром 7 мм. Частота вращения валков предчистовой клетки 1000 об./мин. Трение в очаге деформации описывали по закону Кулона с показателем трения  $f=0,4$ . Выбор закона и коэффициента трения обоснован предварительными исследованиями. Частота вращения валков чистовой клетки варьировалась для создания разной величины натяжения полосы между клетями. Результаты расчетов сведены в табл. 1.

Результаты расчетов показывают (см. табл. 1), что между величиной кинематической вытяжки, размерами катанки и величиной продольных напряжений в металле полосы между предчистовой и чистовой клетями существует тесная связь. Так с увеличением кинематического натяжения уменьшается ширина катанки, а продольное напряжение (натяжение) возрастает (рис. 1).

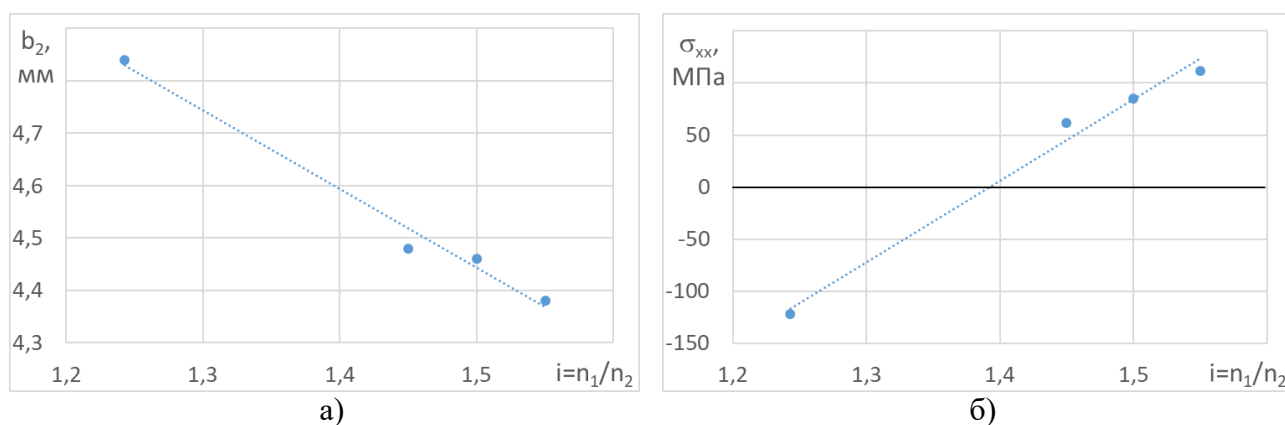
Обращает на себя внимание результаты расчета продольного напряжения в металле полосы между клетями в первом опыте, которое получилось отрицательным, то есть сжимающее. Это говорит о возникновении подпора перед чистовой клетью. Продольная устойчивость

полосы между клетями в работе не исследовалась. А процесс моделирования этого случая прокатки был возможен из-за того, что расчеты вели для четверти профиля, что исключает отклонение профиля от продольной оси.

Таблица 1 – Результаты исследования влияния кинематической вытяжки на размеры катанки

№ оп.	$n_1$	$n_2$	$h_0$	$b_0$	$h_1^*$	$b_1^*$	$h_2$	$b_2$	$\sigma_{xx}$
	об./мин.	об./мин.	мм	мм	мм	мм	мм	мм	МПа
1	1000	1243	6,92	6,94	4,08/4,12	9,58/9,16	5,5	4,84	-122
2	1000	1450	6,91	6,92	4,19/4,11	9,22/9,16	5,49	4,48	62
3	1000	1500	6,98	6,98	4,02/4,12	9,26/9,32	5,52	4,46	85
4	1000	1550	7,00	7,00	4,02/4,12	9,22/9,34	5,52	4,38	112

\*числитель – размеры профиля на выходе из предчистовой клетки; знаменатель – размеры профиля на входе в чистовую клеть



а – зависимость ширины катанки от кинематической вытяжки; б – зависимость напряжения натяжения полосы от кинематической вытяжки

Рисунок 1 – Влияние величины рассогласования скоростей вращения валков на исследуемые параметры

Интересно отметить, что во всех исследуемых случаях размеры катанки не удовлетворяют требованиям стандарта ни по овальности, ни по точности ширины. Овальность катанки больше, а ширина меньше величин допуска. Для получения катанки требуемой точности необходима корректировка режима обжатий.

Существует несколько вариантов перенастройки стана, применяемых на практике в подобных ситуациях. Первое – увеличение размеров подката; второе – увеличение зазора в предчистовой клетке; третье – уменьшение зазора в чистовой клетке. Исследуем эффективность этих вариантов изменения настройки режима работы стана при минимальном рассогласовании скорости вращения валков:  $n_1=1000$  об./мин. и  $n_2=1243$  об./мин.

Изменение размеров подката, как показывают результаты расчетов, мало влияют на конечную ширину катанки. Изменение размеров и формы подката с круглого профиля диаметром 6,8 мм до эллипса с габаритными размерами 6,5x7,0 мм приводит к изменению ширины катанки до 4,69 мм. А изменение подката до круглого профиля диаметром 7,6 мм увеличивает ширину до 4,96 мм. Таким образом, изменение настройки третьей с конца клетки с целью увеличения размеров подката для предчистового прохода мало влияет на ширину катанки.

Исследование влияния изменения настройки предчистовой и чистовой клетей на ширину катанки показал высокую эффективность этого способа. Так, расчеты показали, что если в качестве подката для овального калибра использовать круглый профиль диаметром 6,9 мм и при этом уменьшить зазор в чистовом проходе на 0,1 мм, а в предчистовом проходе увеличить на 0,4 мм, то размеры катанки изменятся до 5,4x5,04 мм. Дальнейшее увеличение зазора в предчистовом овале на 0,4 мм позволяет получить катанку в пределах поля допусков: 5,44x5,4 мм – в горячем состоянии или 5,36x5,32 мм – в холодном. Изменение настройки последних

двух клеток привело к изменению продольного напряжения в полосе между клетями с отрицательного на положительное (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты расчетов после корректировки

№ оп.	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	h <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	h <sub>1</sub> *	b <sub>1</sub> *	h <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	σ <sub>xx</sub>
	об./мин.	об./мин.	мм	мм	мм	мм	мм	мм	МПа
1	1000	1243	7,20	6,70	4,11/4,16	9,90/9,08	5,53	4,69	-100
2	1000	1243	7,74	7,74	4,36/4,08	14,56/12,32	5,51	4,96	-135
3	1000	1243	6,88	6,88	4,44/4,50	8,74/8,54	5,40	5,04	31
4	1000	1243	6,92	6,92	4,88/4,92	8,17/8,08	5,44	5,40	60

\*числитель – размеры профиля на выходе из предчистовой клетки; знаменатель – размеры профиля на входе в чистовую клеть

### Выводы

1. Для получения катанки заданных размеров наиболее эффективно изменять настройку предчистовой и чистовой клеток.
2. Изменение величины зазоров валков существенно влияет не только на размеры полосы после прокатки, но и на напряженное состояние ее металла в пространстве между клетями. Незначительное, с точки зрения формоизменения, изменение величины зазоров валков смежных клеток может вызвать изменение знака продольных напряжений в полосе между клетями с отрицательного (сжимающее напряжение, подпор) до положительного (растягивающее напряжение, натяжение).
3. Необходимо выполнить исследование устойчивости полосы при наличии подпора между клетями.

### Литература

1. Дудник Ю.В., Чернявин С.О., Тартульев А.В. Влияние натяжения раската в межклетевых промежутках проволочного стана на геометрические размеры катанки. *Сталь*, 1988, № 12, С. 40-42.