

s analizom kontaktnykh usloviy : monografiya [Longitudinal stability of the strip in rolls with the analysis of contact conditions: monograph]. Dneprodzerzhinsk, DDTU, 212 p. (In Ukrainian).

4. Уточнение методики расчета энергосиловых параметров при холодной полосовой прокатке с большим градиентом удельных натяжений / Я. Д. Василев, Д. В. Коноводов, А. В. Дементиев, Д. Н. Самокиш, М. И. Завгородний // Обработка материалов давлением: сб. науч. тр. – Краматорск: ДГМА, 2010. – № 2 (23). – С. 67–71.

Vasilev Ya. D., Konovodov D. V., Dementienko A. V., Samokish D. N., Zavgorodniy M. I. (2010). *Utochnenie metodiki rascheta energosilovykh parametrov pri holodnoy polosovoy prokatke s bolshim gradientom udelnykh natyazheniy* [Refinement of the procedure for calculating the energy-strength parameters for cold strip rolling with a large gradient of the tensile stresses]. *Obrabotka materialov davleniem. Sbornik nauchnykh trudov*. Vol. 23, no. 2. pp. 67-71.

Purpose. Development of a technique for determining the rational, from the point of view of energy efficiency, tension regime while ensuring the longitudinal stability of the strip in the deformation region.

Methodology. Evaluation of the longitudinal stability of the strip along the entire rolling mill line on the basis of determining the average resultant internal longitudinal forces.

Findings. A procedure for determining the rational tension regime has been developed and the mode for the actual case of rolling the tin-plate.

Originality. Studies based on this technique make it possible theoretically to develop a rational tension regime. Such that the process will be carried out stably with the minimum total rolling moment.

Practical value. The use of the developed technique makes it possible in the future to improve the compression and tension regimes for the production of sheets on continuous mills, under which the deformation process will proceed under optimal conditions in terms of energy consumption and longitudinal stability of the strip in the rolls.

Key words: longitudinal stability, tension, energy saving, tin-plate.

**Рекомендована к публикации
д. т. н. В. Ф. Балакиным**

Поступила 25.02.2018



УДК 621.771.0

Наука

О. П. Максименко /д. т. н./, К. К. Марченко

Днепровский государственный технический университет (ДГТУ), г. Каменское, Украина
e-mail: marchenok@gmail.com

Методика и результаты исследования износа калибров валков при прокатке катанки в проволочном блоке

**О. Р. Maksimenko /Dr. Sci. (Tech.)/,
К. К. Marchenko**

Dneprovsky State Technical University (DSTU),
Kamenskoye, Ukraine
e-mail: marchenok@gmail.com

The method and results of the investigation of the wear of rolls during the rolling of wire rod in a wire block

Цель. Разработка методики измерения износа калибров валков высокоскоростных проволочных блоков.

Методика. Измерение износа валков на основе использования светооптического метода.

Результаты. Результаты исследования показали, что износ валков по клетям является неравномерным. Наиболее подвержены износу калибры валков 4-й и 5-й клетей, который достигает 0,5–0,6 мм за кампанию их работы.

Научная новизна. Исследования на основе данной методики дают возможность расширить понимание процесса износа прокатных валков высокоскоростных проволочных блоков.

Практическая значимость. Использование данных износа валков проволочного блока дают возможность в дальнейшем усовершенствовать режимы обжатий для увеличения стойкости прокатных валков. (Ил. 3. Табл. 2. Библиогр.: 2 назв.).

Ключевые слова: прокатка, абразивный износ, твердосплавный валок (ТСВ), калибр, светооптический метод, осповидность, высокоскоростной проволочный блок.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Износ валков оказывает существенное влияние на производительность прокатных станов, качество поверхности металла, на условия трения в очаге деформации и энергосиловые параметры. Износ рабочего инструмента представляет собой весьма сложное явление, которое характеризуется процессами истирания, смятия, окисления, диспергирования в результате многократной упругой и пластической деформации, приводящей к упрочнению поверхностного слоя и к усталостному разрушению. Внешнее воздействие окружающей среды (вода, окалина, температура и др.) интенсифицирует процесс износа. При горячей прокатке на износ калибров валков значительное влияние оказывает воздушная окалина. Она, как абразив, попадая в контакт рабочего инструмента и металла, вызывает истирание и микрорезание поверхности. Экспериментально проблема трения и износа изучается с применением специальных машин и установок в лабораторных и производственных условиях. Перечень их и методика исследования изложены в [1].

Постановка задачи. В настоящей работе приведены результаты экспериментального исследования износа твердосплавных валков (ТСВ) диаметром 212 мм при высокоскоростной прокатке в

проволочном блоке среднесортного стана 400/200 ДМК.

Изложение материалов и результаты работы. В качестве измерительной установки был использован оптический стенд МН 1С для настройки роликовых проводок в проволочном блоке стана, изображенный на рис. 1. Эта установка включает источник света, увеличительные линзы, экран и фотоаппарат для фиксации изображения.

Объектом измерения служил калибр валка, который располагали в промежутке между источником света и линзой на расстоянии фокуса от последней. Кроме того, в калибр валка устанавливали шаблон с фиксацией его положения. При просвечивании этих деталей на экране возникает изображение зазора между ними. Размеры калибров, режимы обжатий и расстояния между валками при прокатке катанки приведены в табл. 1.

Методика исследования включает следующие операции. Предварительно новый (до установки в клеть) валок вместе с шаблоном, плотно прилегающим к его очертанию, устанавливали в указанный выше промежуток. Затем пропускали световой поток через соединение этих деталей и линзу. В результате на экране получали четкое обратно перевернутое изображение просвета между калибром валка и шаблоном (рис. 1). Рядом с этим изображением прикладывали линей-

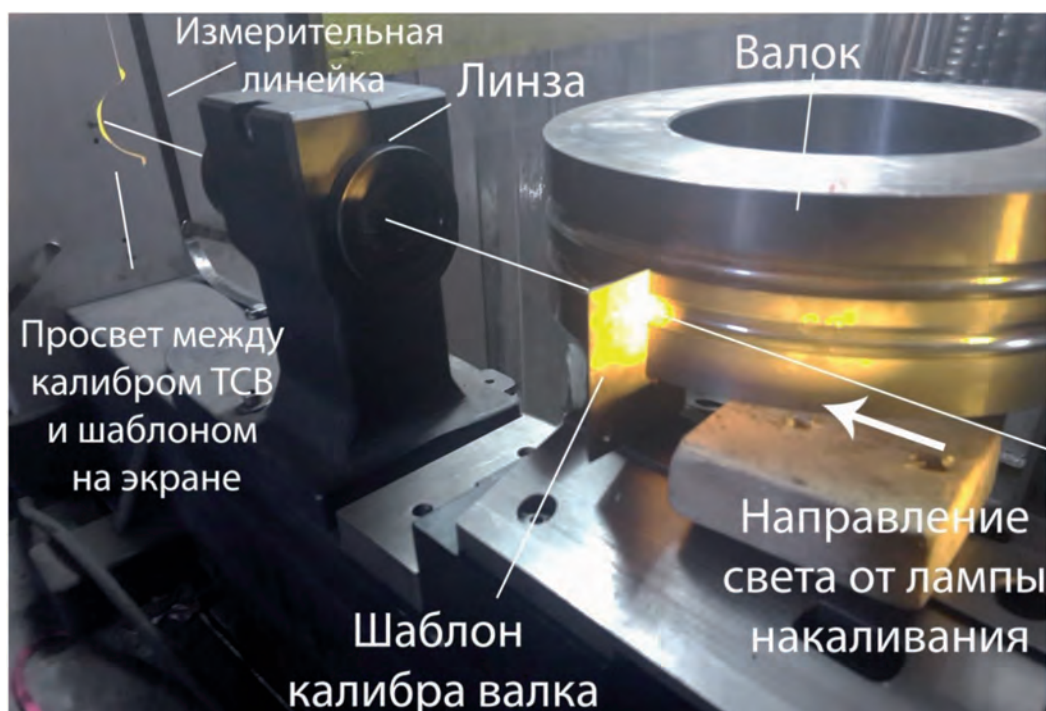


Рис. 1. Стенд с валком, шаблоном и изображением зазора

Размеры калибров, режимы деформации и сила прокатки при получении катанки Ø5,5 мм в проволочном блоке

Номер клетки	Размеры калибров, мм		Зазор между валками, мм	Размеры металла, мм				Сила деформации, кН
	Ширина	Глубина вреза		h_0	h_1	b_0	b_1	
1	23,65	4,6	1,9	17,2	11,1	17,2	20,7	155
2	13,83	6,14	1,6	20,7	13,9	11,1	13,2	85
3	18,89	3,5	1,83	13,2	8,83	13,9	166	121
4	11,45	4,95	1,3	16	11,2	8,83	9,86	63
5	16,85	2,7	1,2	9,86	6,6	11,2	13,4	96
6	8,97	3,7	1,42	13,4	7,76	6,6	7,76	40
7	13,56	2,1	1,2	7,76	5,4	7,76	10,9	62
8	7,27	2,92	1,3	10,9	7,14	5,4	6,18	27
9	10,24	1,6	1,1	6,18	4,3	7,14	8,47	46
10	5,76	2,18	1,1	8,47	5,46	4,3	5,37	20

ку для масштабирования полученного просвета, т. к. линза его увеличивала в шесть раз. Далее полученное изображение фотографировали и с помощью компьютера определяли размеры реального просвета между калибром нового валка и шаблоном. Затем те же измерения выполняли, но после кампании работы валков.

Разница размеров конечного и начального зазора между валком и шаблоном представляет собой картину износа калибра. На рис. 2 и 3 приведены фотографии зазоров между выработанным калибром валков и шаблоном десяти клеток проволочного блока, а также микрорельеф поверхности вываленных валков. Цифрами на фотографии отмечены величины этих зазоров после кампании работы валков. В первых семи клетях за кампанию работы валков было прокатано примерно 2756 т металла. В 8–10-й клетях этот тоннаж распределяли следующим образом:

в первом калибре этих клеток прокатано 1350 т, во втором – 1406 т.

Средние значения износа калибров валков приведены в табл. 2.

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что изменение размеров калибров за кампанию работы невелико.

В первых трех клетях наблюдается практически равномерный износ калибров от 0,2 до 0,3 мм. На поверхности калибров проявляется абразивный и осповидный [2] износ, особенно валков первых двух клеток, имеет место начальная сетка термического износа. На валках 2-й клетки наблюдается резкий переход от гладкой поверхности к шероховатой с очертаниями чередующихся выступов и впадин, что, возможно, связано с неполным заполнением калибра.

Валки 4-й клетки имеют интенсивный износ по дну калибра. Наиболее существенный износ

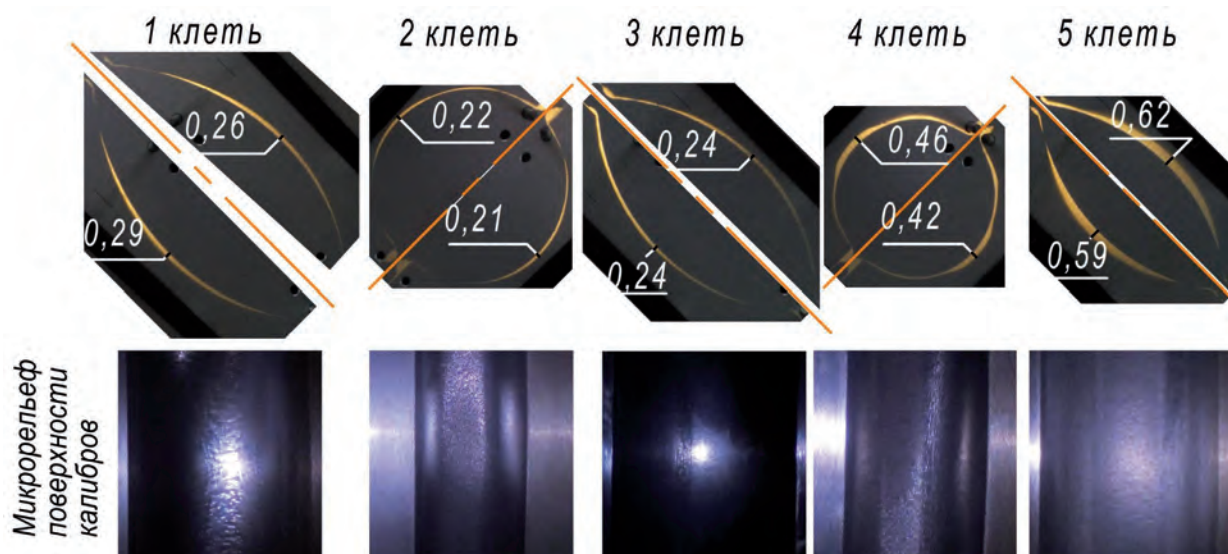


Рис. 2. Световые зазоры между калибром верхнего и нижнего валков и шаблоном первых 5 клеток проволочного блока после кампании работы

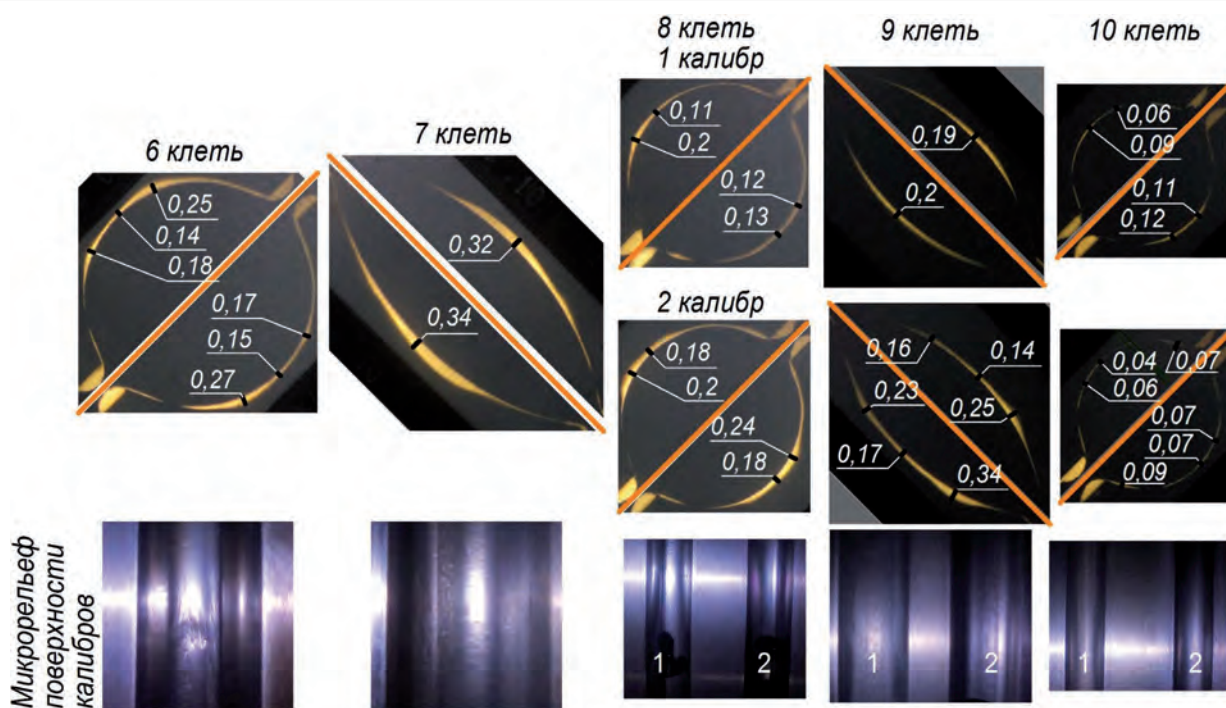


Рис. 3. Фотографии зазоров между калибрами валков и шаблонов остальных клеток проволочного блока

поверхности валков наблюдается в 5-й клетке, он составляет 0,5–0,6 мм, хотя поверхность остается гладкой, осповидность её практически отсутствует, существенный микрорельеф имеет место только по бурту калибра. Значительная выработка поверхности валков 5-й клетки, по-видимому, связана с усилием прокатки в этом проходе (табл. 1) и скольжением металла в очаге деформации.

В 6-й клетке минимальный износ расположен вблизи вертикальной линии калибра по обе стороны от нее, что предположительно связано со сваливанием раската в калибре. Максимальный износ валков этой клетки наблюдается вблизи разъема калибра и составляет 0,25–0,27 мм.

Анализируя износ рабочего инструмента 8–10-й клеток, предварительно отметим, что валки имеют по два одинаковых калибра, на рис. 3 они показаны под номерами 1 и 2. Вначале работали калибры 1 и на них прокатано 1350 т, затем деформацию металла осуществляли в калибрах 2, на них произведено 1406 т. Хотя объем металла, прокатанный в обоих калибрах, был примерно

Таблица 2

Результаты исследования износа калибров валков проволочного блока стана 400/200

Черновые клетки								
Износ, мм	Валок	№ клетки						
		1	2	3	4	5	6	7
		Верхний	0,26	0,24	0,24	0,46	0,62	0,14 (0,25)
Нижний	0,29	0,21	0,24	0,53	0,59	0,15 (0,27)	0,34	
Чистовые клетки								
Износ, мм	№ калибра	Валок	№ клетки					
			8	9	10			
	1	Верхний	0,11 (0,2)	0,19	0,09 (0,06)			
		Нижний	0,11 (0,12)	0,2	0,11 (0,12)			
2	Верхний	0,18 (0,2)	0,16 (0,25)	0,04 (0,07)				
	Нижний	0,18 (0,2)	0,17 (0,34)	0,07 (0,09)				

Примечание: в скобках указан максимальный износ (не по дну калибра).

одинаковым, износ вторых калибров был существенно выше по сравнению с первыми. Так, максимальная выработка второго калибра 9-й клетки составила 0,34 мм, а первого только 0,2. По-видимому, такое различие в характере износа их можно объяснить определенной наследственностью, связанной с прокаткой металла в предыдущих клетях. До поступления подката в первые калибры он прокатывался на относительно новых валках первых семи клеток, а ко вторым калибрам металл поступал после деформации в частично подношенных валках с несколько искаженной геометрией профиля. Следует также подчеркнуть, что различие в износе верхней и нижней половине калибра у валков 8–10-й клеток практически незаметно, а микрорельеф их поверхности после кампании работы оставался гладким без

заметных изъянов и осповидности. Это следует из рассмотрения фотографий рис. 3.

На износ калибров валков определенное влияние оказывает также величина зазора между валками. При увеличении этого зазора вероятность сваливания раската в калибре возрастает, что отражается на его выработке.

Выводы. Разработана новая методика изучения износа калибров валков в проволочном блоке, основанная на применении оптического стенда МН1С для настройки проводок. Износ валков по клетям проволочного блока является неравномерным, наиболее подвержены выработке калибры 4-й и 5-й клетей, что может сказаться на точности размеров катанки. На поверхности калибров имеет место абразивный износ, в первых двух клетях он приобретает вид осповидного.

Библиографический список / References

1. Мур Д. Основы и применения трибоники / Д. Мур; перевод с английского канд. физ.-мат. наук С. А. Харламова под редакцией д-ра техн. наук, проф. И. В. Крагельского и канд. техн. наук Г. И. Трояновский. – М.: Мир, 1978. – 487 с.

Mur D. *Fundamentals and Application of Tribonics*, Moscow, 1978, 483 p.

2. Костецкий Б. И. Сопротивление изнашиванию деталей машин / Б. И. Костецкий. – М.: Mashgiz, 1959. – 478 с.

Kostetskiy B. I. *Soprotivleniye iznashivaniyu detalei mashin* [Machine components wear resistance]. Moscow, Mashgiz, 1959, 478 p.

Purpose. Development of method wear sensing roll grooves of high-speed wire block.

Methodology. Wear sensing rolls based on using light-optical method.

Findings. The results of research showed that the mill rolls wear on the stands uneven. The grooves of rolls 4 and 5 stands are most prone to wear, which reaches 0,5–0,6 mm for the campaign of their work.

Originality. Researches on the basis of this method give the possibility to expand understanding process of wear of mill rolls of high-speed wire block.

Practical value. Using the wear data of the wire roll lumps makes it possible to further improve the reduction modes to increase the stability of the rolling rolls.

Key words: rolling, abrasive wear, tungsten carbide roll (TCR), groove, light-optical method, high-speed wire block.

Рекомендована к публикации
д. т. н. В. Ф. Балакиным

Поступила 25.03.2018



УДК 621.771.23

Наука

В. В. Кухар /д. т. н./

О. Г. Курпе /к. т. н./

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь, Україна
ПрАТ «ММК «ІМЕНИ ІЛЛІЧА», МЕТІНВЕСТ ХОЛДІНГ, м. Маріуполь, Україна
e-mail: aleksandr.kurpe@metinvestholding.com

Розробка технології виробництва листового прокату товщиною 4 мм на стані 3200 заводу Tramet SpA

V. V. Kukhar /Dr. Sci. (Tech.)/

O. G. Kurpe /Cand. Sci. (Tech.)/

Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Ukraine
PJSC «Ilyich Iron and Steel Works», Mariupol, Ukraine
e-mail: aleksandr.kurpe@metinvestholding.com

Process development for production of plate products of 4 mm thickness at rolling mill 3200, Tramet SpA

Мета. Розробка технології виробництва прокату товщиною 4 мм при використанні безперервно литих слябів товщиною 220 мм замість слябів товщиною 150 мм для умов стану 3200 заводу Metinvest Tramet SpA.

Методика. Технологія розроблена з використанням математичної моделі технологічного процесу прокати.