

## Изменение шероховатости валков в процессе эксплуатации и ее влияние на загрязненность холоднокатаного металла

В рамках исследования проведена оценка влияния изменения шероховатости рабочих валков 4-клетового стана в процессе эксплуатации на общую загрязненность поверхности холоднокатаных полос.

**Ключевые слова:** прокатка, шероховатость, загрязненность, поверхность

Качество холоднокатаных листов в значительной мере определяют состоянием их поверхности: с одной стороны – наличием различных дефектов и изъянов, а с другой – микрорельефом и шероховатостью. От шероховатости поверхности зависят механические и технологические свойства листа [1].

Шероховатость поверхности полосы определяется исходным состоянием поверхности, микрорельефом поверхности рабочих валков и условиями процесса прокатки. Все поверхностные дефекты листов и полос механического происхождения возникают из-за трения при взаимном перемещении полосы и деталей оборудования [2].

На ММК им. Ильича провели исследования влияния изменения шероховатости рабочих валков 4-клетового стана в процессе эксплуатации на общую загрязненность поверхности холоднокатаных полос.

Общая загрязненность поверхности листовой стали зависит от загрязнений, сопутствующих прохождению металла по технологическим агрегатам цеха. Основную ответственность за загрязненность поверхности холоднокатаных полос и листов несут применяемые при их производстве технологические смазочные средства (промасливатели после травления полосы, эмульсия на стане, консервирующая смазка на готовом металле).

Так, горячекатаный подкат для холодной прокатки имеет на поверхности слой окалины, а в тех случаях, когда гидросбив работает неудовлетворительно – и вкатанную окалину. Кроме того, поверхность исходной полосы загрязняется солями жесткости, соединениями железа, металлическими частицами, представляющими собой продукт износа при трении (смотка, транспортировка). Сам процесс травления, который является источником загрязнения поверхности солями двух- и трехвалентного железа, нерастворимыми в кислотах, и компонентами окислов. Часто компоненты промасливающих средств, остающиеся на поверхности, практически не растворяются в воде, плохо смываются, обладают большим коксовым числом, что впоследствии вызывает возникновение дефектов («темные пятна», «сажа»). При прокатке источни-

ками загрязнения полосы могут являться масляные выделения из подшипников и продукты органического происхождения из эмульсии [3].

Таблица 1

Параметры микрогеометрии поверхности полос контрольных рулонов

Номер рулона	Место		Параметры шероховатости, мкм				
			Ra	Rg	Rz	Ry	Sm
1	В	л	1,24	1,62	7,9	10,0	154
		сп	1,12	1,42	5,9	7,8	178
		п	1,34	1,72	7,1	9,9	168
	Н	л	1,12	1,42	5,3	7,3	212
		сп	0,88	1,08	4,5	5,2	203
		п	1,04	1,28	4,9	6,8	176
2	В	л	1,42	1,78	7,3	8,5	172
		сп	1,56	2,0	7,3	11,6	178
		п	1,76	2,18	9,8	11,4	175
	Н	л	1,46	1,92	8,3	10,2	187
		сп	1,60	2,14	8,9	12,4	197
		п	1,78	2,38	10,5	14,6	174
3	В	л	1,24	1,58	6,1	8,3	220
		сп	1,40	1,78	7,3	8,6	278
		п	1,28	1,58	6,8	8,4	220
	Н	л	0,92	1,14	4,8	6,8	241
		сп	0,74	0,90	4,3	5,2	197
		п	1,04	1,28	5,4	8,5	238
4	В	л	1,08	1,38	5,8	7,4	165
		сп	1,16	1,40	5,9	6,9	173
		п	1,24	1,54	6,5	7,9	188
	Н	л	0,82	1,12	5,0	6,6	118
		сп	1,14	1,54	6,1	8,7	170
		п	0,96	1,26	6,4	9,3	217

Примечание: Rg – среднеквадратичное значение отклонений профиля от средней линии неровностей профиля; Rz – среднеарифметическое значение по пяти участкам трассы интегрирования максимальных значений отклонений профиля от вершины до впадины; Ry – максимальное значение отклонения профиля от вершины до впадины на всей трассе интегрирования; Sm – среднеарифметическое значение расстояний между соседними выступами микрорельефа

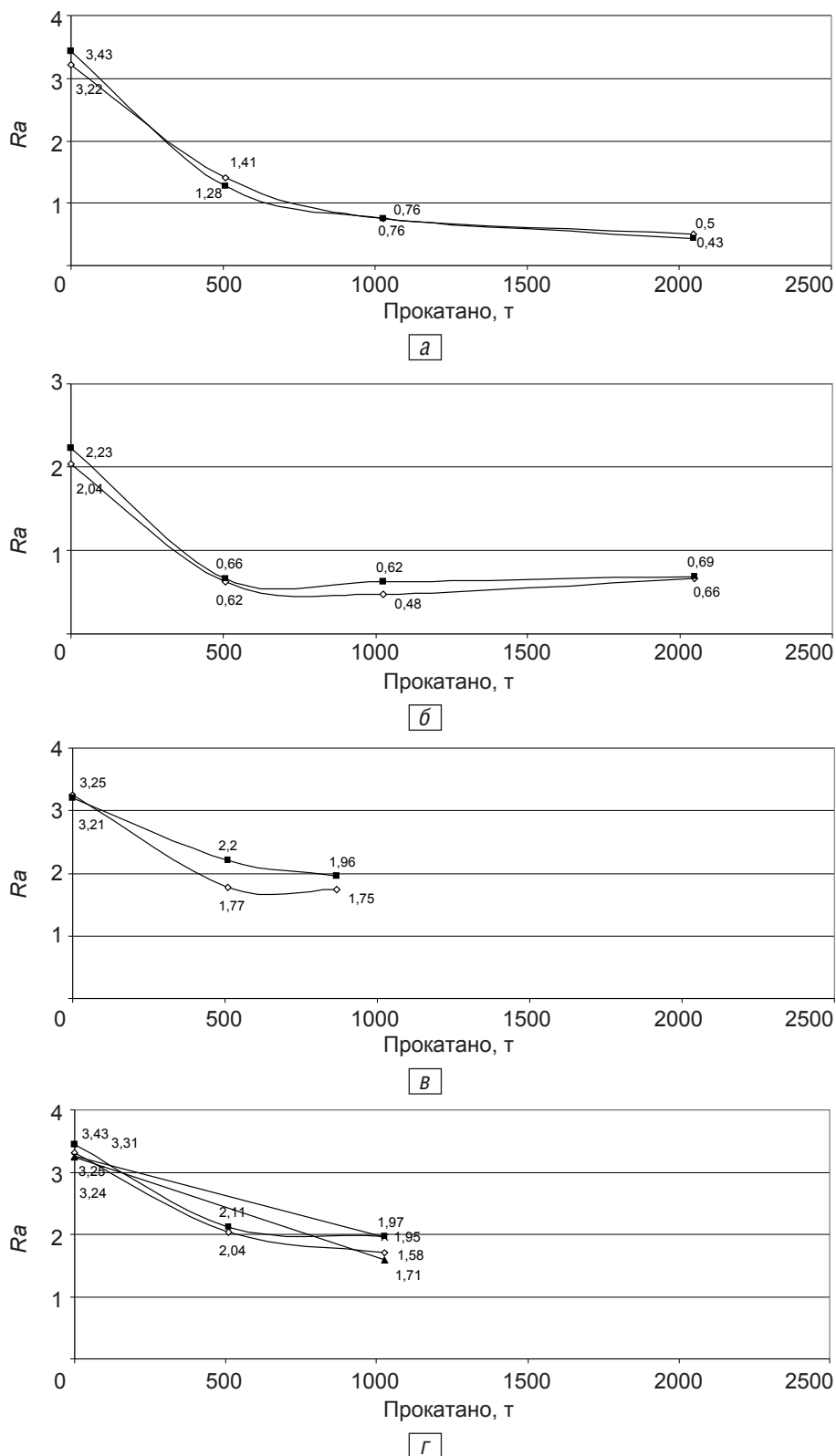
**Ход проведения работы.** Перед проведением исследования для всех клетей 4-клетевого стана подготовили два комплекта рабочих валков: для клетей 1, 3, 4 поверхность валков подвергнули дробеметной насечке (чугунной колотой дробью) шероховатостью  $Ra = 3,0-3,5$  мкм, а клетки 2 шлифовали до шероховатости 2,0-3,0.

В процессе опытной прокатки травленных рулонов размером  $1,6 \times 1020,0$  мм на размер  $0,38 \times 1020,0$  мм (под оцинкование) для последующей оценки загрязненности и микрогеометрии холоднокатаных полос отобрали четыре контрольных рулона: в начале, середине и конце кампании первого комплекта рабочих валков 4-й клетки, а также в конце кампании второго экспериментального комплекта валков 4-й клетки. После прокатки каждого контрольного рулона производили вывалку рабочих валков всех четырех клетей с замером параметров их шероховатости. Также от данных рулонов осуществляли отбор проб на определение шероховатости и загрязненности поверхности.

После разогрева валков путем прокатки шести рулонов (120 т) прокатали первый контрольный рулон. После прокатки 509 т от начала эксперимента прокатали второй контрольный рулон. После прокатки контрольных рулонов рабочие валки из стана вываливали и оценивали степень шероховатости их поверхности, затем валки снова заваливали в стан и продолжали прокатку до «наката» валками 4-й клетки (1027 т), после чего произвели плановую перевалку с установкой второй пары валков. Перед перевалкой 4-й клетки прокатали третий контрольный рулон. Одновременно были вывалены рабочие валки клетей 1 и 2, произведена оценка шероховатости их поверхности. Рабочие валки клетей 1 и 2 после замера шероховатости вновь завалили в клетки. При «накате» второй партии рабочих валков четвертой клетки (1020 т) прокатали четвертый контрольный рулон, после этого произвели измерения шероховатости всех рабочих валков стана. Результаты изменения шероховатости рабочих валков в зависимости от «наката» представлены на рис. 1.

Режим прокатки и настройка стана:

- толщина по стану, мм: 1,60 – 1,00 – 0,65 – 0,46 – 0,38;
- забои по клетям, мм: 2,6 – 3,7 – 4,0 – 3,5;
- натяжения полосы, т: Т1 – 15; Т2 – 12; Т3 – 10; Тм – 1,2;
- температура эмульсии – 44 °С;
- уровень эмульсии – 2978 мм.

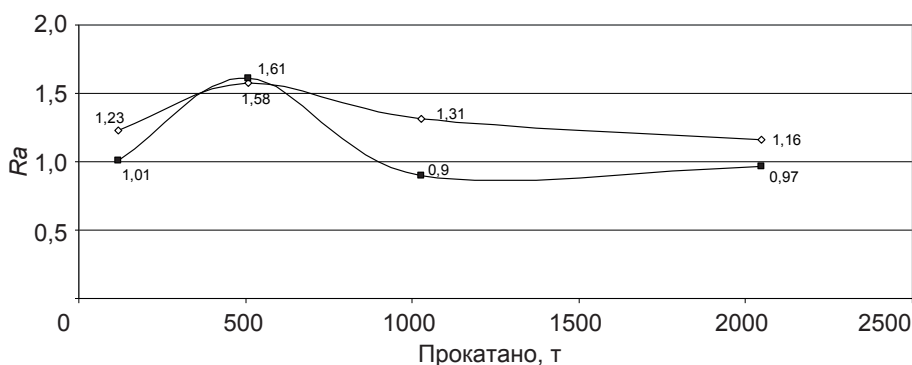


**Рис. 1.** Изменение шероховатости  $Ra$  рабочих валков по клетям: № 1 (а); № 2 (б); № 3 (в); № 4 (г).  
 ◇ – верхний (кампания № 1); ■ – нижний (кампания № 1);  
 ▲ – верхний (кампания № 2); × – нижний (кампания № 2)

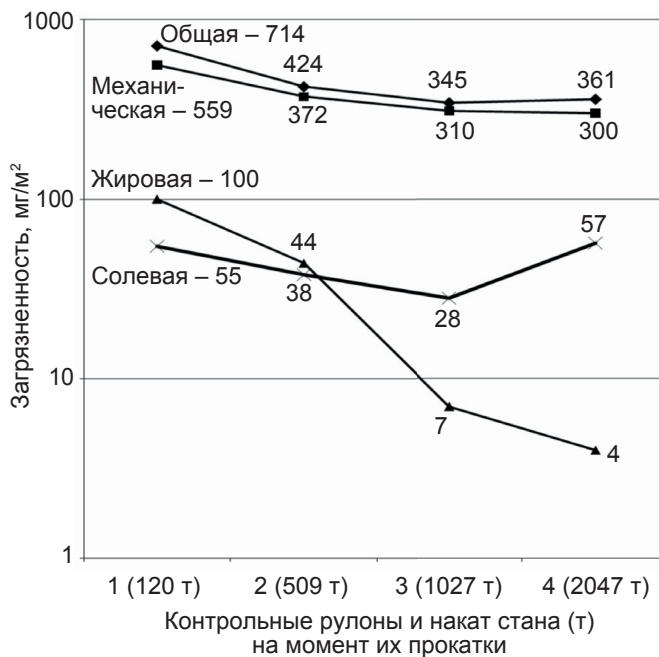
На рис. 2 приведено изменение шероховатости холоднокатаных полос, прокатанных на рабочих валках с различным накатом. Из полученных результатов видно, что шероховатость  $R_a$  контрольных рулонов составляет: первого – 1,23; 1,01 (верх и низ полосы, накат 120 т); второго – 1,61; 1,58 (максимальное значение, накат 500 т); третьего – 1,31; 0,90 (накат 1027 т); четвертого – 1,16; 0,90 (накат 1020 т).

Микрогеометрию поверхности полос оценивали пятью параметрами  $R_a$  (среднеарифметическое значение отклонения профиля от средней линии неровностей). Измерения параметров шероховатости выполнены на лицевой (в) и оборотной (н) сторонах, по ширине слева направо в трех точках: левый (л) край – середина (ср) – правый (п) край. Результаты измерений приведены в табл. 1.

На рис. 3 приведен график изменения загрязненности (с выражением механической и жировой составляющих) поверхности холоднокатаных полос от наката валков. Наибольшая величина загрязненности наблюдается на первом контрольном рулоне, далее следует тенденция уменьшения, которая достигается на четвертом рулоне и имеет наименьшее значение.



**Рис. 2.** Шероховатость холоднокатаных полос, прокатанных на рабочих валках с различным накатом:  
 ◊ – верхний; ■ – нижний



**Рис. 3.** Загрязненность образцов, отобранных от контрольных рулонов: ◊ – общая; ■ – механическая

### Динамика загрязненности поверхности холоднокатаных полос

Номер рулона	Концентрация эмульсии, %	Загрязненность, мг/м <sup>2</sup>				«Накат» по клетям, т
		общая	механическая	жировая	солевая	
1	3,5	714	559	100	55	1-4 – 120
2	3,0	424	372	44	38	1-4 – 509
3	3,0	345	310	7	28	1, 2, 4 – 1027 3 – 158
4	3,5	361	300	4	57	1, 2 – 2047 3 – 1178 4 – 1020

Таблица 2

### Физико-химические параметры эксплуатируемой эмульсии

Номер рулона	Содержание мыл, %	Содержание механических примесей, %	Содержание эмульсола, %	Выделение свободных масел	Корродирующее действие	Жесткость, мг-экв/л	pH
1	–	–	3,5	следы	выд.	–	8,6
2	0,11	0,024	3,5	следы	выд.	2,5	8,4
3	0,099	–	3,5	следы	выд.	–	8,4
4	–	–	3,5	следы	выд.	–	8,3

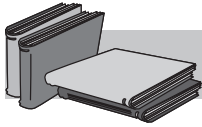
Таблица 3

В табл. 2 приведены результаты анализа загрязненности поверхности холоднокатаных полос, в табл. 3 – физико-химические параметры эксплуатируемой эмульсии.

### Выводы

Проведенные исследования показали, что в процессе эксплуатации насеченных рабочих валков интенсивность изменения шероховатости валков и полос падает.

Анализируя данные замеров, установлено, что наибольшая шероховатость полос приходится на первые 500 т после перевалки стана, последующая прокатка до «наката» валками четвертой клетки 1000 т ведет к снижению загрязненности поверхности полос. Сглаживание микрорельефа рабочих валков в процессе эксплуатации снижает загрязненность холоднокатаной полосы, при этом определяющее влияние оказывает четвертая клетка. Данная закономерность может быть учтена при выполнении заказов с особыми требованиями к качеству поверхности.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Мазур В. Л., Дылюк А. Д. Шероховатость поверхности и износ валков листопрокатных станов. – *Металлургия*. – 1977. – № 2. – С. 29-30.
2. Мазур В. Л. Производство листа с высококачественной поверхностью. – Киев: Техника, 1982. – 166 с.
3. Отделка поверхности листов / В. И. Мелешко, А. П. Чекмарев, В. Л. Мазур, А. П. Качайло. – М.: *Металлургия*, 1975. – 272 с.

### Анотація

*Шебаниць Е. М., Будніков В. І., Побегайло О. А., Медведєв Н. П., Авдєєв В. С.*  
Зміна шорсткості валків в процесі експлуатації та її вплив на забрудненість холоднокатаного металу

*В рамках дослідження проведено оцінку впливу зміни шорсткості робочих валків 4-клітьового стану в процесі експлуатації на загальну забрудненість поверхні холоднокатаних смуг.*

### Ключові слова

*прокатка, шорсткість, забрудненість, поверхня*

### Summary

*Shebanits E., Budnikov V., Pobegaylo O., Medvedev N., Avdeev V.*  
Rolls roughness change during their exploitation and its impact on polluted cold-rolled metal

*The impact of four-stand rolling mill rolls roughness change during their exploitation on cold rolled strips surface general pollution has been assessed within the study.*

### Keywords

*rolling, roughness, pollution, surface*