

**А.В.Горбунов**  
Магнитогорский государственный  
технический университет

## МЕТОД ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

**Загрязненность поверхности** – обусловлена наличием на поверхности листового проката углеродосодержащих отложений, налета шлама (соли железа), остатков окислы, окисной пленки, полимеризованного масла, механических и других инородных частиц, ухудшающих качество поверхности листового проката.

По природе возникновения в составе загрязнений на поверхности листового проката можно выделить:

**Органическую часть** – обусловлена применением технологической смазки, масел и эмульсии, способствующих появлению загрязнений.

**Неорганическую часть** – характеризующуюся остатками на полосе солей железа, сульфатов, фосфатов, хлоридов, кальция, магния.

**Механическую часть** – в виде металлических и других инородных твердых частиц, возникающих вследствие выработки валков, роликов, механического оборудования, механических повреждений полос, при транспортировке, правке, складировании и проведении других технологических операций.

Существующие стандарты на холоднокатаный металл (ГОСТ 16523, 9045) не регламентируют количественно наличие загрязнений в зависимости от группы отделки поверхности.

С другой стороны, потребители, особенно автозаводы, выдвигают жесткие требования к чистоте поверхности холоднокатаного листа, которые не допускают наличие видимых сконцентрированных на поверхности локальных участков загрязнений.

Известно, что загрязнение углеродом и углеродосодержащими соединениями отрицательно влияет на такие свойства поверхности металла как фосфатируемость, способность к адгезии покрытий, сопротивление коррозии после окраски листа [1]. Особенно сильно эти свойства ухудшаются при загрязнении углеродом, превышающим  $8 \text{ мг/м}^2$  [2].

Для получения требуемой потребителями частоты поверхности холоднокатаного листа необходимо контролировать и своевременно корректировать технологию производства от подготовительных (травление) до заключительных операций (дрессировка, резка).

Все способы качественных и количественных определений загрязнений поверхности холоднокатаной полосы или листов в лабораторных и производственных условиях можно разделить на две группы [3]:

- с удалением загрязнений с поверхности листа перед их анализом;
- с проведением анализа непосредственно на поверхности листа.

Первая группа отличается большей точностью определения, но ее недостатком является трудность отбора всех загрязнений, представляющих интерес. Вторая группа менее точна.

В условиях ОАО "ММК" ЛПЦ-5 была разработана и внедрена в производство методика контроля загрязненности поверхности горячекатаного травленого, холоднокатаного неотожженного и отоженного листа [4]. Предлагаемая методика основана на получении "реплики" (от фр. *replique* – в значении "отпечаток, незачетно отличающийся от оригинала") загрязненности поверхности путем снятия загрязнения с поверхности полосы посредством клейкой ленты "скотч". После получения "реплики" наклеивается на белую (фоновую) бумагу и замеряется ее отражательная способность. При соотношении отражательной способности "реплики" ( $Q_{\text{реплика}}$ ) и фоновой бумаги ( $Q_{\text{фон}}$ ), на которую помещена исследуемая "реплика", определяется коэффициент отражения  $K_{\text{от}}$ , характеризующий чистоту поверхности:

$$K_{\text{от}} = \frac{Q_{\text{реплика}}}{Q_{\text{фон}}}$$

Для обеспечения оперативности корректировки технологии по результатам контроля предложена бально-эталонная шкала, исключающая замеры отражательной способности (рис.1).

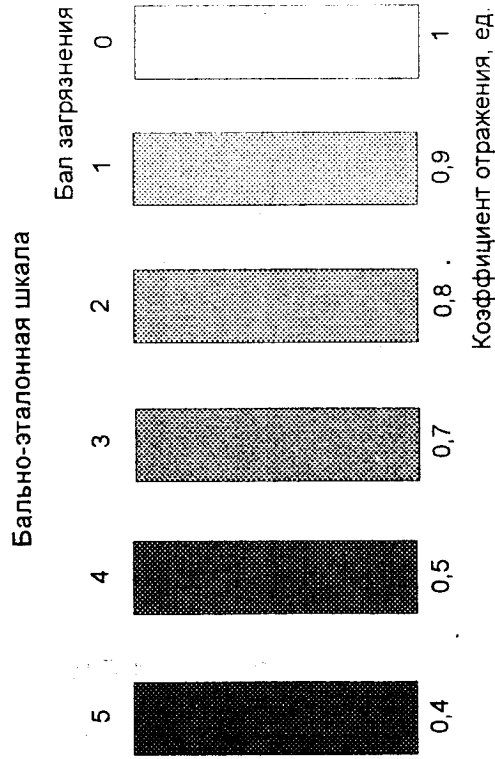


Рис.1.

Этот метод контроля относится к первой группе и является производной от известного метода Армо.

Проводя сравнение предлагаемого метода с известными способами определений загрязнений поверхности, следует отметить:

- высокую оперативность;
- простоту;
- сочетание наглядности и высокой точности;
- минимальные затраты времени и средств на оборудование для проведения исследования.

Используя предлагаемую методику, был проведен анализ чистоты поверхности в процессе производства холоднокатаного листа на ведущих заводах России (табл. 1):

- ОАО "СеверСталь" г. Череповец (март 1999 г.)
- ОАО "ММК" г. Магнитогорск (август 1999 г.)
- ОАО "НЛМК" г. Липецк (июль 1999 г.)

Оценка загрязненности проводилась по бально-эталонной шкале при проверочном сопоставлении с коэффициентами отражения полученных "реплик".

Таблица 1

Сводная таблица значений коэффициентов отражения, полученных на ведущих заводах России

Место снятия "реплик"	ОАО "СеверСталь" ПХЛ	ОАО "ММК" ЛПЦ-5	ОАО "НЛМК" ЛПЦ-4
После травления	0,57	0,56	0,87
После прокатки	0,45	0,69	0,74
После отжига в N <sub>2</sub> печах	0,75	0,96	0,84
После отжига в H <sub>2</sub> печах	0,88	—	0,84
После дрессировки	0,85	0,95	0,82

Значения коэффициента отражения на ведущих заводах России

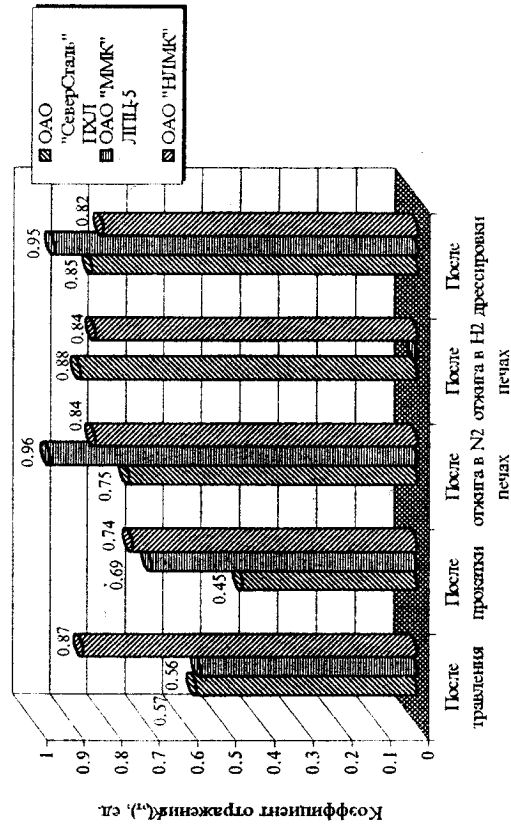


Рис. 2.

Чистота поверхности после травления в линии НТА на ОАО "СеверСталь" и ОАО "ММК" значительно ниже, чем на ОАО "НЛМК" (рис. 2). Больше загрязнение поверхности горячекатаного травленного металла обусловлено применением серной кислоты ( $H_2SO_4$ ) при травлении (ОАО "СеверСталь" и ОАО "ММК"). Чистота поверхности при использовании соляной кислоты (НСI) в линии НТА (ОАО "НЛМК") ощутимо выше, что позволяет достигать уровня количества поверхностных загрязнений, соответствующих уровню загрязненности готового холоднокатаного листа.

Из построенного распределения просматривается степень влияния параметров прокатки и отжига на показатель чистоты поверхности готового холоднокатаного листа. Следует отметить сильное влияние на количество и состав поверхностных загрязнений характеристик используемой при прокатке смазочно-охлаждающей жидкости (табл. 2).

Таблица 2

Сводная таблица основных параметров эмульсий, применяемых на ведущих заводах России

Параметры эмульсии	ОАО "СеверСталь" ПХЛ	ОАО "ММК" ЛПЦ-5	ОАО "НЛМК" ЛПЦ-4
Марка эмульсола-приготовителя	Эмульсол Т (г. Рязань, г. Иваново)	МиниМакс-102 (ООО "МиниМакс", г. Магнитогорск)	Квэкерол-671 (Quaker Chemical, Holland)
Концентрация масляной фазы, %	4 — 5	0,5 — 1	2 — 4
Число омыления, мг-КОН/г	15 — 25	6 — 15	143

Высокий показатель чистоты поверхности на готовом холоднокатаном металле ОАО "ММК" обусловлен рациональным сочетанием параметров эмульсии, приготовленной на основе эмульсола "МиниМакс-102" (ООО "МиниМакс", г. Магнитогорск) (жирности эмульсии, числа омыления и др.) и режима термического отжига. При этом следует отметить однозначно выявленное влияние жирности эмульсии на количество загрязнений на поверхности холоднокатаного листа. Чем ниже жирность эмульсии, подаваемой на

стан холодной прокатки, тем меньше остается масляной составляющей на полосе после прокатки, и следовательно, образуется меньше органической части загрязнений при термическом отжиге.

Низкий показатель чистоты поверхности на ОАО "СеверСталь" после стана холодной прокатки обуславливался низким качеством эмульсола "Эмульсол Т" (г. Рязань, г. Иваново), применяемого для приготовления эмульсии.

При высоких показателях чистоты поверхности на готовом металле ОАО "ММК" наблюдается неравномерность распределения загрязненности на поверхности полосы, т.е. на полосе имеются участки с разными значениями коэффициента отражения. При этом на металле ОАО "НЛМК" загрязненность распределяется равномерно при сравнительно высоких показателях чистоты поверхности, что в первую очередь обусловлено высокой чистотой поверхности подката, подаваемого на стан холодной прокатки с линии НТА, и применением на стане холодной прокатки эмульсии на основе эмульсола Квэкерол-671 (Quaker Chemical, Holland).

Поэтому дальнейшее совершенствование технологии в ЛПЦ-5 ОАО "ММК" должно быть направлено на снижение загрязненности поверхности горячекатаного травленного проката и получение равномерного распределения чистоты поверхности на готовом холоднокатаном листе.

### Вывод:

Предлагается методика контроля загрязненности поверхности листового проката. Рассматривается применение методики на примере анализа загрязненности поверхности на ведущих заводах России. Даются рекомендации по дальнейшему совершенствованию технологии производства.

### Библиографический список:

1. Количественная оценка поверхностного углерода. *Quantifying surface carbon* // *Metals Ind. News.* — 1991, -8, № 3. -с. 15. —Англ.
2. Определенные загрязнения углеродом поверхности холоднокатаных стальных листов // *Fujino Nobukatsu, Usuki Noriaki, Inenaga Shoji, Wakano Shigeru* // *Сумитомо киндзоку, Sumitomo Metals* — 1982, 34. № 4. с. 596—603. -Яп.; рез. англ.
3. Способы измерения чистоты поверхности холоднокатаного стального листа. *Methods of measuring surface cleanliness of*

cold rolled steel sheet /Leijon Willy T. //Scand. J. Met. —1980, 9. №4. с. 189—195. -Англ.

4. Методика контроля загрязненности поверхности горячекатаного и холоднокатаного листа в ЛПЦ-5 ОАО "ММК". Шифр 2201-99.

УДК 621.771.23

**А.В.Горбунов**  
Магнитогорский государственный  
технический университет

## АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПО ШИРИНЕ ПОЛОСЫ\*

Дальнейшее совершенствование технологии производства в ЛПЦ-5 ОАО "ММК" направлено на снижение загрязнения поверхности горячекатаного травленного проката и получение равномерного распределения чистоты поверхности на готовом холоднокатаном листе. Исходя из поставленной задачи, было изучено распределение загрязненности горячекатаного травленного и холоднокатаного листа по ширине проката.

Качественная оценка загрязненности поверхности осуществлялась по упомянутой методике контроля. Методика основана на получении "реплики" (от фр. *replique* – в значении "отпечаток, незначительно отличающийся от оригинала") загрязненности поверхности путем снятия загрязнения с поверхности полосы посредством клейкой ленты "скотч" (рис. 1). После получения "реплики" замеряется ее отражательная способность. При соотношении отражательной способности "реплики" ( $Q_{\text{реплика}}$ ) и фоновой бумаги ( $Q_{\text{фон}}$ ), на которую помещена исследуемая "реплика", определяется коэффициент отражения  $K_{\text{от}}$ , характеризующий чистоту поверхности:

$$K_{\text{от}} = \frac{Q_{\text{реплика}}}{Q_{\text{фон}}} \quad (1)$$

Коэффициент загрязнения определяется:

© Горбунов А. В., 2000

\* Работа выполнена под руководством Салганика В.М.

(2)

$$K_3 = 1 - K_{\text{от}}$$

Схема снятия "реплики" по ширине полосы

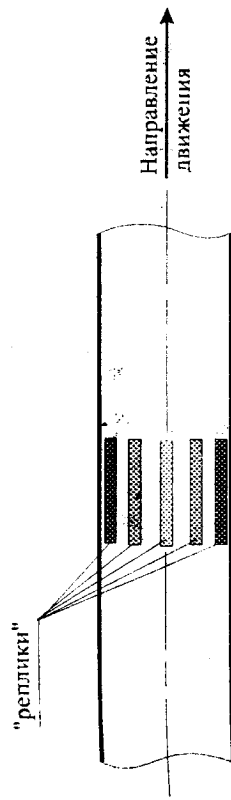


Рис. 1.

Распределение чистоты и загрязненности поверхности по ширине полосы на дроссировочном стане и на выходе из линии травильного агрегата сведено в табл. 1 и показано на рис. 2, 3.

Таблица 1

Распределение чистоты и загрязненности поверхности по ширине полосы

Расстояние от кромки, мм	Коэффициент отражения ( $K_{\text{от}}$ )		Коэффициент загрязнения ( $K_3$ )	
	после травления	после дроссировки	после травления	после дроссировки
0	0,49	0,79	0,51	0,21
90	0,57	0,88	0,43	0,12
160	0,62	0,94	0,38	0,06
230	0,68	0,96	0,32	0,04
440	0,73	0,97	0,27	0,03
650	0,74	0,98	0,26	0,02
860	0,72	0,98	0,28	0,02
1070	0,65	0,97	0,33	0,03
1140	0,58	0,96	0,39	0,04
1210	0,53	0,89	0,45	0,11
1280	0,45	0,82	0,55	0,18