

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗЦОВ ПОСЛЕ РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНОЙ ОЧИСТКИ

**Жук А.Н., Власов В.В., Шаталов И.М.**

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

В Республике Беларусь используются порядка 350 лазерных комплексов, обеспечивающих разрезку около 110–140 тыс.т. листовой стали. Для резки стали необходимо предварительно очистить и подготовить стальную поверхность, одной из эффективных очисток является реверсивно-струйная очистка (РСО). Исследование дефектов и является важной задачей после проведения РСО.

Дефекты на поверхности исследовались по методу темного поля. Этот метод применяется чаще всего для изучения в отраженном свете металлических шлифов. Для исследования дефектов на поверхности и микроструктуры использовались образцы из стали СтЗпс размером 100×100 мм с различными технологиями поверхностной обработки (таблица 1).

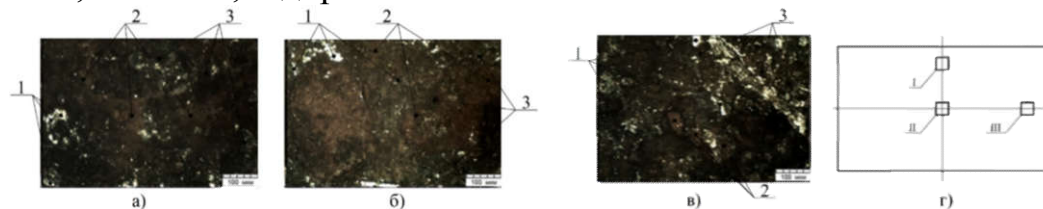
Таблица 1 – Виды и параметры поверхностной обработки образцов  
(материал – СтЗпс), используемых для исследования дефектов на  
поверхности образцов

№ образца	Параметры поверхностной обработки
1	Поверхность образца из листового материала в состоянии поставки, параметр шероховатости $Ra = 20\text{--}30$ мкм.
2	2.1. РСО образцов рабочей суспензией на основе технической воды с применением речного песка с концентрацией $K_{р.п.} = 8\%$ и полиакриламида с концентрацией $K_{п.} = 10^{-4}\text{--}10^{-5}\%$ . 2.2. Сушка после РСО при температуре $T_0 = 20$ °С.
3	I этап 3.1. РСО образцов рабочей суспензией на основе технической воды с применением речного песка с концентрацией $K_{р.п.} = 8\%$ и полиакриламида с концентрацией $K_{п.} = 10^{-4}\text{--}10^{-5}\%$ . II этап 3.2. Промывка очищенной поверхности реверсивной водной струей (вода 100 %). 3.3. Сушка очищенной поверхности при температуре $T_0 = 20$ °С в течение $t_c = 24$ ч.

4	<p>I этап</p> <p>4.1. РСО образцов рабочей суспензией на основе технической воды с применением речного песка с концентрацией <math>K_{р.п.} = 8 \%</math> и полиакриламида с концентрацией <math>K_{п.} = 10^{-4} - 10^{-5} \%</math>.</p> <p>II этап</p> <p>4.2. Промывка очищенной поверхности реверсивной водной струей (техническая вода 100 %).</p> <p>III этап</p> <p>4.3. РСО образцов рабочей суспензией на основе технической воды с применением бентонитовой глины с концентрацией <math>K_{б.} = 3,5 \%</math> и кальцинированной соды <math>K_{к.с.} = 1 \%</math>.</p> <p>4.4. Сушка очищенной поверхности при температуре <math>T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}</math> в течение <math>t_c = 24 \text{ ч.}</math></p>
Параметры обработки: давление $p_{вх} = 20 \text{ МПа}$ ; $L = 30 \text{ мм}$ ; $d_c = 1,2 \text{ мм}$ .	

Для образца № 1 в состоянии поставки (рисунок 1) было установлено, что поверхность имеет множество дефектов (окалина, коррозия, задиры и т. д.), которые четко проявляются при съемке по методу темноканального освещения.

Поверхность образцов № 2, 3, 4 после обработки по режимам, приведенным в таблице 1, представлена на фотографиях (рисунок 2, а, б, в). Из фотографий на рисунке 2, а, б, в видно, что поверхность образца № 4 обработана наиболее равномерно. На ней отсутствуют дефекты типа коррозии, окалина, задиры.

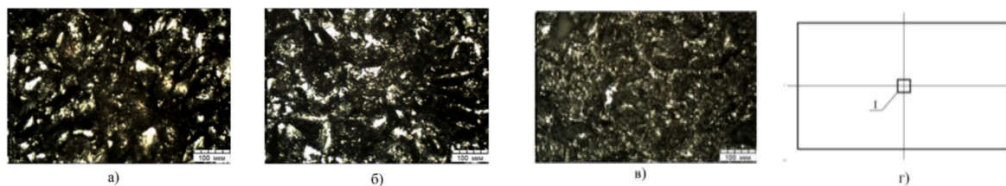


1 – задиры; 2 – продукты коррозии; 3 – окалина; а, б, в – фотографии поверхности на участках шлифа I, II, III; г – схема расположения участков I, II, III на поверхности шлифа: (x200)

Рисунок 1 – Фотографии поверхности образца № 1 (нумерация по данным таблицы 1) из стали Ст3пс в состоянии поставки

Рельефность поверхности образца № 4 (рисунок 2, в) характеризуется высокой сглаженностью, имеет практически однородный матовый цвет, что можно объяснить силовым воздействием частиц бентонита, которые за счет своей пластической деформации и возникающих при этом значительных сил контактного трения приводят к уменьшению значения среднего арифметического отклонения профиля  $R_a$  на площадке соударения. Поверхность образцов № 2, № 3 (рисунок 2, а, б) имеет рельеф более контрастный, менее сглаженный, существенно неоднородный, что можно объяснить жестким режущим (скользящим) воздействием абразивных частиц речного песка на достаточно коротком пути

контактного взаимодействия с практически хрупким разрушением абразивных песчинок.

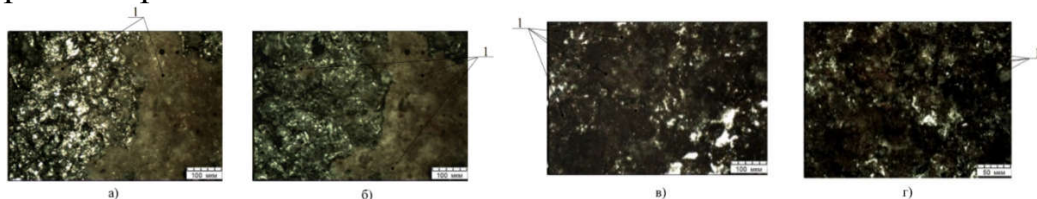


а, б, в – фотографии поверхности образцов 2, 3, 4 соответственно после обработки по режимам, приведенным в таблице 1 на участке шлифа I;

г – схема расположения участка I на поверхности шлифа (x200)

Рисунок 2 – Фотографии поверхности образцов из Ст3пс после различных видов поверхностной обработки

Дополнительно следует отметить то обстоятельство, что матовый цвет металлической поверхности образцов № 4 обусловлен образованием на ней тонкого пленочного покрытия, которое блокирует протекание на обработанной поверхности окислительных процессов с образованием продуктов коррозии. В то же время на поверхностях образцов № 2, 3 (рисунок 3), которые были обработаны в режимах РСО (таблицу 1) без применения бентонитовой глины через, 72 часа после РСО и сушки при  $T_0 = 20^\circ\text{C}$  четко просматриваются участки коррозии, которые весьма контрастно проявляются.



1 – элементы продуктов коррозии; а – поверхность образцов № 2 в светлопольном освещении; б – поверхность образцов № 2 в темнопольном освещении; в – поверхность образцов № 3 в светлопольном освещении;

г – поверхность образцов № 3 в темнопольном освещении

Рисунок 3 – Поверхность образцов № 2, 3, снятая по методу светлого и темного поля через 72 ч после РСО без бентонитовой глины

Формирование на поверхности шлифов из образцов № 2, 3 участков коррозии обусловлено исключением из технологического цикла финишного III этапа обработки с использованием рабочей суспензии с применением бентонитовой глины. Это приводит к отсутствию защитного пленочного покрытия, основу которого составляют химические соединения, входящие в состав бентонитовой глины. Ввиду отсутствия такого защитного покрытия интенсивно протекают окислительные процессы повторной коррозии с образованием оксидов железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , которые четко видны на рисунке 3.

1. Жук, А.Н. Технология абразивной реверсивно-струйной обработки поверхностей стального листового проката и защиты от коррозии перед лазерной резкой: дис. канд. техн. наук : 05.02.07 / А.Н. Жук. – Минск, 2022. – 201 л.