

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНОЙ ОЧИСТКИ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Махнач Н.А., Качанов И.В., Жук А.Н.

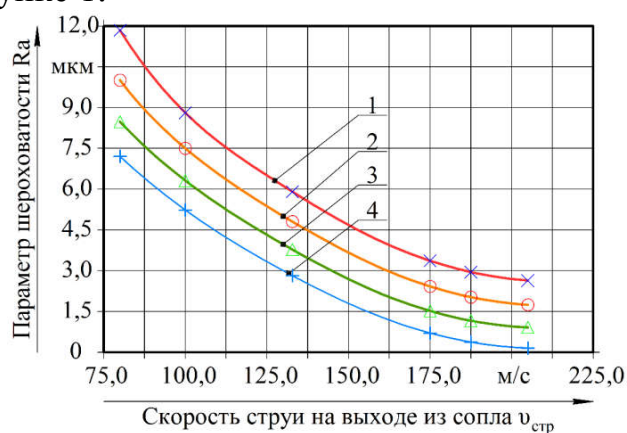
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В настоящее время для обработки листовых материалов широко используется реверсивно-струйная очистка поверхностей от коррозии [1].

К числу основных технологических факторов, влияющих на качество обработанной поверхности (основными параметрами качества поверхности для проведения исследований выбраны параметр шероховатости R_a и микротвердость поверхностного слоя H_μ), на основании проведенных исследований относятся:

- скорость струи рабочей суспензии $v_{стр}$ на выходе из конического сопла (КС);
- расстояние L от выходного сечения КС до очищаемой поверхности;
- коэффициенты обжатия струи λ и степень сужения сопла n .

Результаты исследования по влиянию скорости струи $v_{стр}$ рабочей суспензии на изменение параметра шероховатости R_a поверхности приведены на рисунке 1.

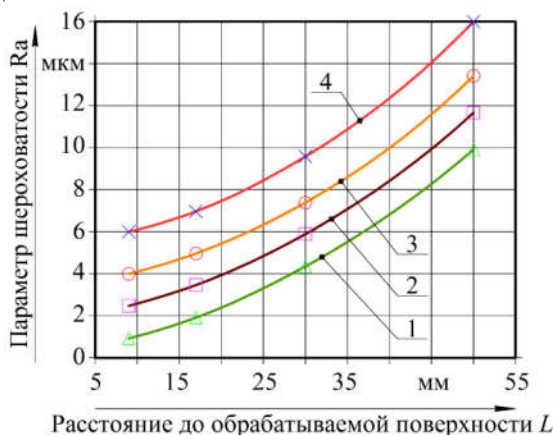


1 – $L = 50$ мм; 2 – $L = 30$ мм; 3 – $L = 16$ мм; 4 – $L = 8$ мм; $\lambda = 0,063$;
 $K_6 = 3,5$ %; $K_{к.с.} = 1,0$ %; $d_c = 1,2$ мм; $\rho = 1045$ кг/м³; $p_{вх} = 20$ МПа;
 материал – Ст3пс

Рисунок 1 – Влияние скорости струи $v_{стр}$ на выходе из сопла на параметр шероховатости R_a очищенной поверхности

Из анализа графиков на рисунке 1 видно, что при увеличении скорости $v_{стр}$ от 75 до 202 м/с параметр шероховатости поверхности R_a уменьшается в среднем в 3,5–4 раза, достигая значения 0,4–3,5 мкм в диапазонах скоростей $v_{стр} = 160$ –202 м/с и расстояний $L = 8$ –50 мм. Отмеченное существенное уменьшение величины R_a объясняется эффектом от дополнительного воздействия реактивной силы при воздействии реверсивной струи на очищаемую поверхность.

Из графиков на рисунке 2 видно, что с уменьшением расстояния L от торца КС до обрабатываемой поверхности эффективность очистки повышается. Это можно объяснить повышением силового воздействия рабочей суспензии на очищаемую поверхность за счет отсутствия эффекта раскрытия «факела» струи. Как видно из рисунка 2 параметр шероховатости R_a уменьшается от 13 мкм до 2–4 мкм при уменьшении расстояния L от 50 до 8 мм.



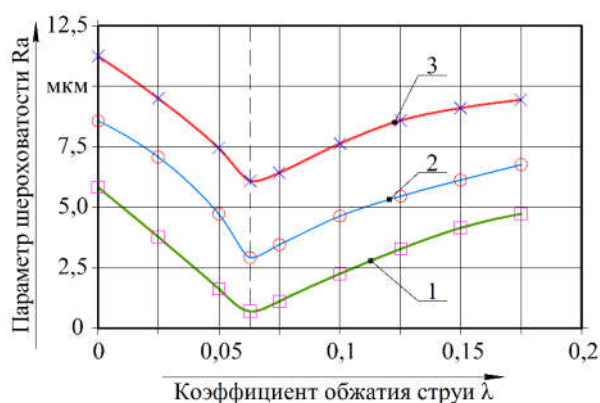
1 – $p_{вх} = 23$ МПа; 2 – $p_{вх} = 20$ МПа; 3 – $p_{вх} = 17$ МПа; 1–3 – $\lambda = 0,063$;
 4 – $p_{вх} = 23$ МПа при $\lambda = 0$; $K_б = 3,5$ %; $K_{к.с.} = 1,0$ %; $d_c = 1,2$ мм;
 материал – Ст3пс

Рисунок 2 – Влияние расстояния L от торца КС до очищаемой поверхности на параметр шероховатости R_a

Данные рисунка 2 показывают также, что при давлении на входе в КС $p_{вх} = 20$ МПа (кривая 2), расстоянии $L = 8–30$ мм величина параметра шероховатости R_a на очищенной поверхности находится в диапазоне значений 2–5 мкм, которые вполне могут быть использованы при определенной технологической обработке поверхности для осуществления операции лазерной резки листового материала, например, в условиях СООО «Элезер».

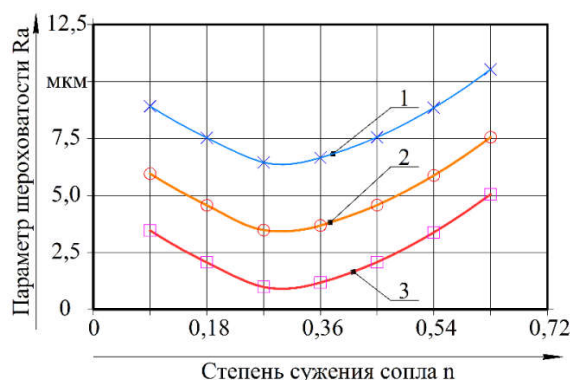
На рисунке 3 представлены графики изменения параметра шероховатости поверхности R_a в зависимости от изменения коэффициента обжатия струи λ . Как следует из рисунка, имеется оптимальный диапазон значений коэффициента обжатия λ , равный 0,05–0,08, в рамках которого независимо от величины давления $p_{вх}$ параметр шероховатости R_a резко уменьшается на 15–20 % по сравнению со значениями за пределами этого диапазона. Оценивая этот диапазон, можно отметить, что он полностью совпадает со значениями коэффициента λ , при которых на всех режимах струйного воздействия и сила воздействия струи имеет максимальное значение.

Оценивая приведенные данные, можно отметить, что существует для процесса РСО диапазон значений коэффициента обжатия $\lambda = 0,05–0,08$, в рамках которого имеется обратная зависимость между величиной параметра шероховатости R_a на очищаемой поверхности и значением силы давления F от воздействия струи на эту же поверхность.



$L = 16$ мм; 1–3 – $p_{\text{вх}} = 23, 20, 17$ МПа соответственно; $K_6 = 3,5$ %;
 $K_{\text{к.с.}} = 1,0$ %; $d_c = 1,2$ мм; материал – Ст3пс

Рисунок 3 – Влияние коэффициента обжатия струи λ на параметр шероховатости Ra



$L = 16$ мм; 1–3 – $p_{\text{вх}} = 17, 20, 23$ МПа соответственно; $K_6 = 3,5$ %;
 $K_{\text{к.с.}} = 1,0$ %; $\lambda = 0,063$; $d_c = 1,2$ мм; материал – Ст3пс

Рисунок 4 – Влияние степени сужения сопла n на параметр шероховатости Ra

Как видно из приведенных на рисунке 4 кривых, независимо от величины давления $p_{\text{вх}}$ имеется диапазон значений степени сужения сопла $n = 0,18–0,54$, в рамках которого параметр шероховатости Ra приобретает минимальное значение по отношению к тем величинам, которые были установлены для всего исследованного диапазона $n = 0,09–0,63$. Очевидно, что достигнутый эффект по снижению параметра шероховатости Ra на 10–12 % в диапазоне значений $n = 0,18–0,54$ обеспечивается за счет минимизации потерь напора. В результате такого гидродинамического эффекта происходит повышение скорости струи на выходе из КС, приводящее к увеличению силового воздействия рабочей суспензии на очищаемую поверхность и, как следствие, к повышению эффективности процесса РСО [1].

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.