

ИССЛЕДОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ НАНЕСЕНИИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

Дерябкина Е.С., к.т.н.

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков, Украина

Представлены результаты исследования шероховатости поверхностей цилиндрических деталей средств транспорта, обработанных вращающимся щеточным инструментом при их восстановлении. Указанный инструмент на «жестком режиме» резания $N=3$ мм, $n_{щ}=150$ об/мин обеспечивает возможность высокопроизводительной обработки поверхности под напыление газопламенного покрытия с получением шероховатости Ra 9-12 мкм. Показана возможность получения регламентированной шероховатости поверхности основы под напыление.

Состояние вопроса. Повышение эксплуатационных свойств ответственных и дорогостоящих деталей позволит существенно увеличить ресурс транспорта в целом и значительно сократить затраты на покупку запасных частей. Решение этих задач для транспортной техники, в первую очередь, зависит от совершенствования процесса ремонта за счет внедрения прогрессивных способов восстановления и упрочнения деталей с учетом их конструктивно-технологических особенностей, экономии материалов и снижения трудоемкости, обеспечения износостойкость восстановленных деталей в 1,5 - 2,0 раза выше новых. Среди перспективных способов восстановления выделяют нанесение газотермических покрытий, и в первую очередь – газопламенных.

Для повышения механического сцепления напыляемых частиц с микронеровностями основы на её поверхности искусственно формируют шероховатость. Выбор способа предварительной подготовки поверхности зависит от вида и толщины покрытия, способа напыления, свойств напыляемого порошка и материала изделия, конфигурации и размеров поверхности [1,2]. Наиболее эффективным и перспективным способом поверхностной обработки является иглофрезерование вращающейся металлической щеткой [3].

Цель исследований - получение требуемой шероховатости поверхности детали под нанесение газопламенного покрытия механической обработкой щеточным инструментом.

Результаты исследований. Для восстановления были выбраны детали трактора Т-150К из стали 45, имеющие цилиндрическую поверхность. Обработку поверхности деталей под нанесение газопламенного покрытия проводили при скорости вращения щетки n от 60 до 200 (с ша-

гом 20) об/мин и натяге N - от 1 до 4 (с шагом 0,5) мм. На основании предварительно проведенных экспериментов определены параметры щетки: диаметр щетки 150 мм, ширина рабочей поверхности 26 мм, диаметр игл 0,8 мм, свободная длина игл 40 мм, плотность набития игл 32 шт/см². Результаты экспериментальных исследований представлены на рис.1. Из анализа экспериментальной кривой видно, что с увеличением числа оборотов шероховатость обрабатываемой поверхности увеличивается, вплоть до насыщения при оборотах 150 ± 10 об/мин и затем несколько снижается, что можно объяснить уменьшением глубины проникновения игл в обрабатываемую поверхность.

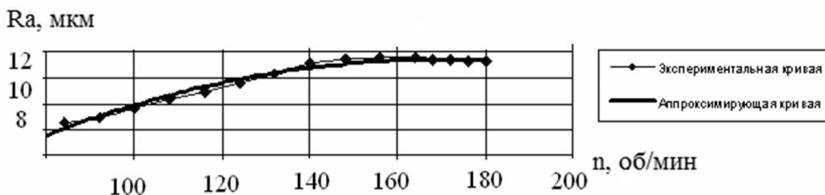


Рис.1. Зависимость шероховатости напыляемой поверхности стали 45 от скорости вращения щетки.

Аппроксимируя экспериментальную кривую, получено уравнение 2-й степени (1), устанавливающее связь шероховатости поверхности основы со скоростью вращения щетки (при коэффициенте корреляции $R^2 = 0,9791$):

$$y = -1 \cdot 10^{-6} \cdot x^2 + 0,0051x + 1,6059, \quad (1)$$

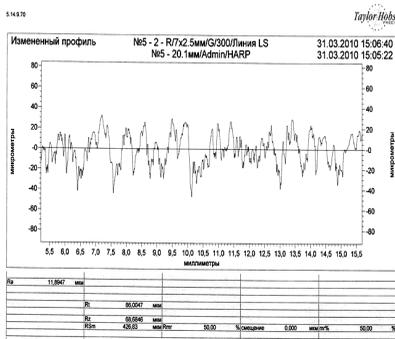
где y - шероховатость R_a , мм, x - скорость вращения щетки $n_{щ}$, об/мин.

Шероховатость поверхности определяли на профилографе - профилометре "Taylor/Hobson". Относительная опорная длина (L) - 20 мм, базовая длина - 0,8 мм. Оценка микро топографии поверхности проводилась по двух предельным режимам щеточной обработки, охватывающих весь возможный диапазон изменения исходных параметров (табл.1). Обработка на «мягком» режиме обеспечила получение минимального уровня шероховатости, на «жестком» - максимального. Шероховатость оценивалась параметрами R_a , R_t , RS_m , R_z , Rmr (ГОСТ 2789-1973 и стандарт ISO 4287-1997), где R_a - среднее арифметическое отклонение профиля, R_t - среднее квадратичное отклонение профиля, R_z - высота неровностей по десяти точкам, RS_m - средний шаг неровностей, Rmr - шаг профиля по вершинам. Из рис.2 следует, что при «жесткой» обработке происходит соответствующее увеличение параметров R_a , R_t , R_z , а параметры Q_a - среднее арифметическое значение угла наклона профиля и Q_q - среднее квадратичное значение угла наклона профиля остаются неизменными. Значения S_m указывают на то, что при неизменных Q_a , Q_q неровности становятся крупнее и более протяженными. Особенно интересным является фикса-

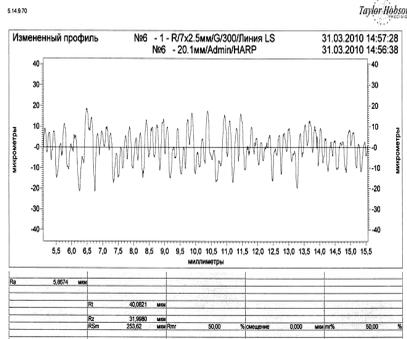
ция эффекта оттеснения материала при жесткой обработке. Этот эффект характеризуется ростом параметров R_a , R_t , R_z в зоне контакта по направлению движения щётки.

Таблица 1. Параметры щеточной обработки поверхности

Режим	$d_{и}, мм$	$N, мм$	$R_z, мм$	$L_{и}, мм$	$n_{щ},$ об/мин	$P,$ шт/см	$V_{под},$ м/с
«Мягкий»	0,35	0,5	150	60	60	20	1
«Жёсткий»	0,8	3,00	150	30	150	40	1



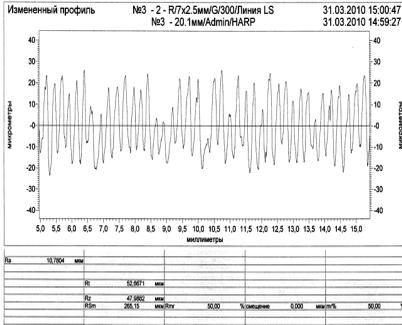
а



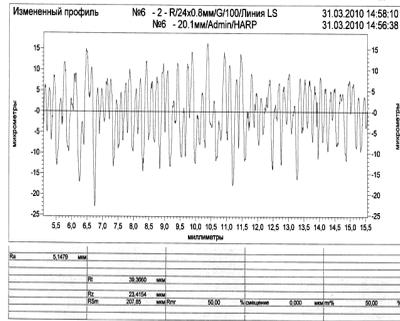
б

Рис.2. Профилограмма поверхности, обработанной щеточным инструментом: а - при «жесткой» обработке: параметры высотные, мкм: $R_a=11,89$; $R_z=68,7$; $R_t=86,0$, шаговые, мкм: $S_m=426,83$, смешанные: $R_{mr}=50\%$; б - при «мягкой» обработке: параметры высотные, мкм: $R_a=5,9$; $R_z=31,0$; $R_t=40,1$; шаговые, мкм: $S_m=253,6$; смешанные: $R_{mr}=50\%$.

Отмеченный характер зависимости $R_a=f(n)$ объясняется тем, что с ростом скорости обработки вследствие отжимания игл уменьшается их внедрение в обрабатываемую поверхность. Уменьшение внедрения приводит к снижению шероховатости, а дальнейший незначительный рост шероховатости объясняется увеличением пластических деформаций на отдельных участках. С увеличением плотности расположения игл шероховатость сначала растет, а затем незначительно снижается. Это объясняется тем, что с увеличением натяжения уменьшается количество игл, которые контактируют с единицей площади. С увеличением натяга шероховатость поверхности растет в результате увеличения глубины внедрения игл. Увеличение натяга выше оптимального значения приводит к уменьшению глубины внедрения игл. Анализ полученных профилограмм (рис.3) показал, что максимальная величина $R_a=10,8$ мкм получена при скорости вращения щетки 150 об/мин, а минимальная величина $R_a=5,7$ мкм - при скорости вращения щетки 60 об/мин.



а



б

Рис.3. Профилограмма поверхности основы после щеточной обработки ($d_n=0,8\text{мм}$; $S_{щ}=1\text{ м/мин}$; $N_{щ}=3\text{ мм}$) при скорости вращения $n=150\text{ об/мин}$ (а) и $n=200\text{ об/мин}$ (б).

Учитывая то, что характер микрорельефа, полученный щеточной обработкой, остается одним и тем же при изменении параметров процесса, можно считать, что качественно картина формирования шероховатости поверхности отражена правильно. Результаты данного исследования можно использовать при разработке технологии получения регламентированной микро топографии поверхности деталей. Параметры R_p , $R_{выст}$, $R_{вп}$, θ , V рассчитывались по методикам [3-5]. Высота сглаживания R_p определялась как расстояние от линии выступов к средней линии [4]. Средние радиусы выступов $R_{выст}$ и впадин $R_{вп}$ определялись по формулам 2 [3]:

$$R_{выст} = \frac{9R_a^2 S_m^2}{128(R_p - 0,5R_a)^3}, \quad R_{вп} = \frac{9R_a^2 S_m^2}{128(5,5R_a - R_p)^3} \quad (2)$$

Средний угол наклона боковой стенки профиля и параметры опорной кривой v , вычисляли по формулам 3[4,5]:

$$\theta = \arctan \frac{2R_{max}}{S}, \quad v = 2t_{cp} \frac{R_p}{R_a} - 1, \quad (3)$$

где R_{max} – наибольшая высота профиля, S – средний шаг выступов профиля относительно опорной длины; t_{cp} – относительная опорная длина профиля на уровне средней линии.

Данные исследования позволяют экспериментально обосновать методику исследования микро топографии поверхности, зависимость параметров от обработки поверхности щётками с изменяющимися параметрами d_n , N , l_n , n , P .

Выводы. Применение щеточной обработки для предварительной подготовки поверхности под напыление, взамен дорогостоящей, экологически вредной – абразивоструйной обработки, при упрочнении цилиндрических поверхностей деталей транспорта, позволило получить шероховатость поверхности $Ra = 10-12$ мкм (при абразивоструйной обработке $Ra = 6-7$ мкм). Установлено, что параметры щеточной обработки (скорость вращения (n), натяг ($N_{щ}$), диаметр (d_n) и свободная длина (L_n) игл), влияют на параметры шероховатости обработанной поверхности. Максимальная шероховатость получена при $n=150$ об/мин, $d_n=0,8$ мм; $L_n=30$ мм; $S_{щ}=1,2$ м/мин; $N_{щ}=3$ мм.

Список использованных источников

1. Строганов А.И. Влияние шероховатости стальной подложки на прочность сцепления с плазменным покрытием / А.И. Строганов, А.С. Дробышевский, А.Б. Гоц // Порошковая металлургия. -1982. - №10. - с. 91- 94.
2. Шоршоров М.Х. Исследование структуры и свойств алюминиевых матриц, полученных плазменным напылением / М.Х. Шоршоров, В.В. Кудинов, В.И. Калита, С. И. Булочев // Физика и химия обработки материалов. - 1981. - №1. - с. 90 - 95.
3. Рыжов Э.В. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин / Э.В. Рыжов, А.Г. Сулов, В.П. Федоров. - М.: Машиностроение, 1979. - 176 с.
4. Сулов А.Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей / А.Г. Сулов.– М: Машиностроение, 1987. - 208 с.
5. Дунин - Барковский И.В. Измерение и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности / И.В. Дунин-Барковский, А.Н. Карташова. – М.: Машиностроение, 1978. -232с.

Анотація

ДОСЛІДЖЕННЯ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ ПІД НАНЕСЕННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ

Дерябкіна Є.С.

Представлено результати дослідження шорсткості поверхонь циліндричних деталей засобів транспорту зі сталі 45, оброблених обертвовим щітковим інструментом при їх відновленні. Зазначений

інструмент на «жорсткому режимі» різання $N = 3$ мм, $n_{ш} = 150$ об/хв забезпечує можливість високопродуктивної обробки поверхні під напilenня газополуменевого покриття з отриманням шорсткості Ra 9-12 мкм. Показана можливість отримання регламентованої шорсткості поверхні основи.

Abstract

INVESTIGATION OF SURFACE ROUGHNESS OF PARTS FOR APPLICATION OF RENEWABLE COATINGS

Deryabkina E.S.

The results of investigation of the surface roughness of cylindrical parts of the means of transport 45 steel treated rotating brush tool in their recovery. Said instrument to "hard mode" cutting $N = 3$ mm, $n = 150$ rev/min enables high surface treatment under the spraying flame coating roughness Ra c give 9-12 microns. The possibility of obtaining a regulated surface roughness of the base under spraying.