

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ АБРАЗИВНОГО ПОЛИРОВАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ВЫСОТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Шкурупий В.Г.

(ХНЭУ, г. Харьков, Украина)

### Введение

Известно, что процессы отделочной обработки оказывают существенное влияние на геометрические и физико-химические свойства поверхностных слоев и, таким образом, определяют функциональное состояние и применение поверхностей [1, 2]. Целенаправленное формирование поверхностного слоя с заданными свойствами является одной из важнейших задач технологии изготовления деталей. Припуски на обработку, а также последовательность выполнения операций устанавливаются с учетом технологической наследственности так, чтобы сохранить в детали положительные качества. Управляя финишной операцией, можно получить поверхностный слой, который отвечает требованиям чертежа и техническим условиям. В особой мере это относится к созданию светоотражательных поверхностей деталей из тонкого листа и лент, используемых, например, в космической технике.

В работе [1] установлено, что оптические характеристики поверхностей мало зависят от каждого в отдельности высотного параметра шероховатости поверхности и в то же время определяются соотношением высотных параметров  $R_a / R_{\max}$ . В данной работе изучены параметры шероховатости поверхности, достигаемые в результате полирования образцов из стали марки 30ХГСА алмазными лентами, однако, отсутствует анализ изменения соотношения высотных параметров шероховатости от технологических факторов полирования.

Известна также работа [2] по изучению шероховатости электроосажденных поверхностей, однако в ней содержится недостаточно информации о формировании шероховатости обрабатываемых поверхностей. Исследование параметров шероховатости электроосажденных поверхностей затруднено: стандартные методики не позволяют оценить развитый рельеф наслоений, пор и других характерных неровностей после электроосаждения. В связи с этим для оценки рельефа после электроосаждения может быть использован фактор шероховатости поверхности  $F$  [3].

Целью работы является исследование влияния технологических параметров абразивного полирования на изменение высотных параметров шероховатости поверхности.

### Основное содержание работы

Результаты исследований влияния шероховатости поверхности на светоотражательную способность поверхностей, работающих в условиях воздействия светового потока, показали [3], что изменение фактора шероховатости поверхности  $F$  и светоотражательная способность этой поверхности находятся в определенной связи. Для оценки процесса формирования шероховатости поверхности в процессе ее обработки мы рекомендовали [3] критерий шероховатости поверхности, который может быть представлен в следующем виде:

$$F = [1 + 1,25\pi^2 \cdot n^2 \cdot R_a^2]^{-1} \times (1 - \frac{R_a}{2H_{i_{\min}}}),$$

где  $R_a$  – среднее арифметическое отклонений профиля шероховатости поверхности, мкм;  $n$  – число шагов неровностей по отношению к отсеченному шагу, 1/ мкм;  $H_{i_{\min}}$  – отклонение ординаты по наибольшей впадине профиля шероховатости поверхности, мкм.

Учитывая, что во втором множителе присутствует отношение равнозначное  $R_a/R_{max}$ , необходимо изучить изменение этого отношения от технологических факторов полирования. Для исследований были выбраны сплавы с особыми свойствами упругости и линейного расширения (36 НХТЮ, БрБНТ 1,7), сталь 30ХГСА, обрабатываемые механическим и электрохимическим полированием.

Обработку образцов из исследуемых материалов осуществляли на специальной установке реализующей планетарное движение полировальных кругов [1]. Абразивные и алмазные пасты наносили на поверхность войлочных кругов, алмазную ленту закрепляли на поверхности войлочных кругов. Соотношение скорости вращения полировальных кругов по отношению к их перемещению относительно обрабатываемой поверхности 25:1.

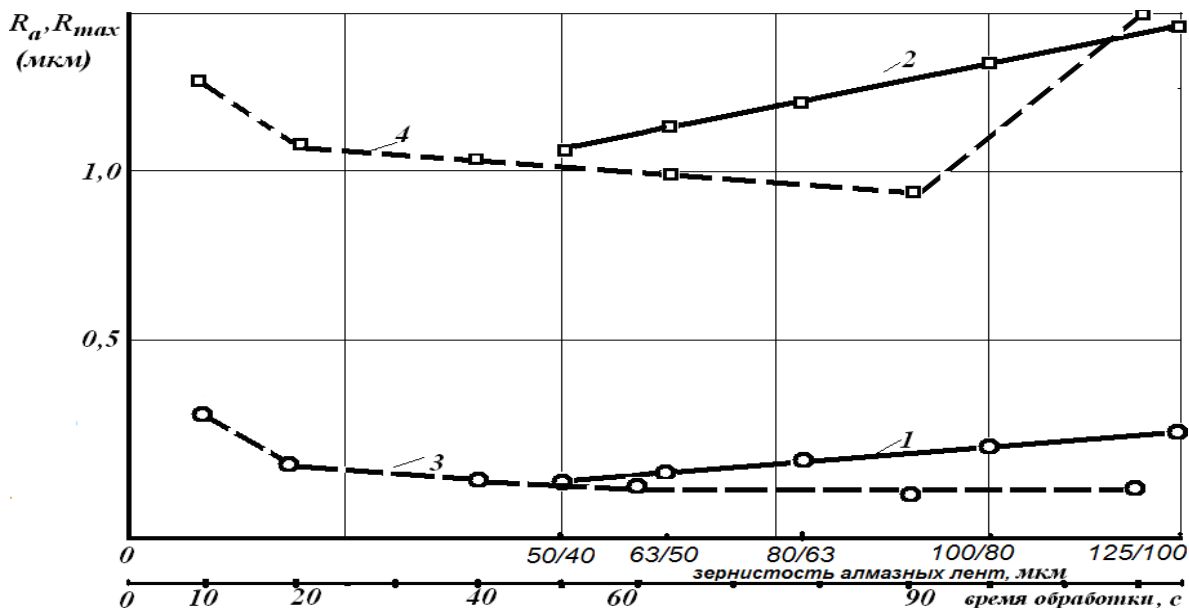


Рис.1. Влияние зернистости алмазных лент 1, 2 и продолжительности обработки 3 и 4 на интенсивность изменения значений высотных параметров шероховатости поверхности (режим обработки: давление 4 МПа; скорость 35 м/мин; продолжительность обработки 20 с для 1 и 2; зернистость абразива лент для 3 и 4 – АСМ 50/40).

Геометрические характеристики обработанных поверхностей определяли с применением профилометра-профилографа мод. 252 и электронных микроскопов ЭМВ-100Л и РЭМ-200. Радиус ошупывающей иглы профилографа 1,25 мкм, прилагаемая к наконечнику нагрузка равна  $10^{-3}$ Н. Разработанная система вычисления статистических характеристик отношения высот микронеровностей  $R_a/R_{max}$  включает в себя как аппаратное, так и математическое обеспечение [3].

Физико-химические свойства поверхностей определяли измерением контактной разности потенциалов, посредством механических испытаний и рентгено-лучевой дифракции. Кроме того, косвенным путем определяли механические свойства поверхностей через остаточные напряжения и микродеформации. Величина остаточных напряжений зависит от однородности распределения силового воздействия на поверхностный слой, от размера абразивных зерен и определяется рентгеноскопической дифракцией.

На рис. 1 приведена зависимость высотных параметров шероховатости поверхности образцов стали 30ХГСА при полировании от зернистости абразива ленты и продолжительности обработки (предварительная обработка - шлифование).

Из графика видно, что интенсивность изменения  $R_{max}$  больше чем  $R_a$ . При увеличении продолжительности полирования свыше 90 с интенсивность изменения  $R_{max}$  резко увеличивается, что можно объяснить дроблением зерен в процессе обработки,

следовательно, процесс полирования необходимо прекращать до появления интенсивного разрушения зерен. С уменьшением размеров зерен (при неизменной силе прижатия полировальника) контактное давление возрастает и, соответственно, глубина царапания единичным дробленным зерном должна быть больше, т.е.  $R_{max}$  увеличивается при сохранении эффекта сглаживания. Возрастанию контактного давления способствует одновременное соударение множества абразивных зерен, увеличивающих энергию движения дробленого зерна. Из графика видим, что отношение  $R_a/R_{max}$  в начальный период полирования до 90 с уменьшается незначительно, а при увеличении длительности обработки свыше 90 с значение этого отношения уменьшается и составляет 0,087. Значение отношения высотных параметров в зависимости от зернистости абразива ленты изменяется незначительно, однако при полировании алмазными пастами малой зернистости (АСМ 2/1) значения этого отношения резко снижаются.

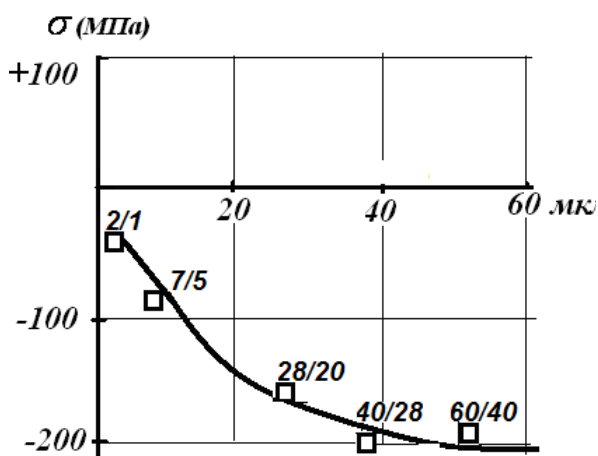


Рис. 2. Зависимость величины остаточных напряжений от размеров зерен алмазных паст АСМ.

На рис. 2 приведена зависимость величины остаточных напряжений от размеров абразивных зерен в пасте. С увеличением зернистости остаточные напряжения растяжения увеличиваются и для пасты АСМ 60/40 значение напряжений достигает -200 МПа. Представляет интерес оценка стабильности во времени величины силовых воздействий в рабочей зоне, которые должны возрастать с увеличением размеров зерен, а также влияние анизотропии материала на распределение остаточных напряжений. Так, рентгенографические исследования показывают [3], что после полирования абразивами по сравнению с точением поверхность деформирована в большей степени, и структуру

поверхностного слоя можно представить схематически как конгломерат сильно раздробленных осколков зерен, среди которых встречаются и крупные осколки сильно деформированных зерен. После точения зерна более крупные с небольшими, в отдельных местах, включениями измельченных осколков. Меньшей степени деформации обработанной поверхности способствует более низкая теплонапряженность процесса точения алмазным инструментом, по сравнению с процессом полирования. Значения параметров шероховатости поверхностей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения параметров  $R_a$ ,  $R_a/R_{max}$ , коэффициентов отражения  $\rho_s$ , поглощения  $A_s = 1 - \rho_s$  и излучения  $\varepsilon$ , отношения  $A_s/\varepsilon$  и КРП после обработки образцов из проката алюминиевого сплава АМГ4

Метод обработки	$R_a$ , мкм	$R_a/R_{max}$	$\rho_s$	$A_s$	$\varepsilon$	$A_s/\varepsilon$	КРП, мВ
Исходная поверхность (прокат)	0,35	0,104	0,4	0,6	0,16	3,75	890
Абразивное полирование пастой АСМ 2/1	0,1	0,033	0,75	0,25	0,06	4,16	120
Тонкое точение алмазным инструментом	0,1	0,047	0,87	0,13	0,07	1,36	1200

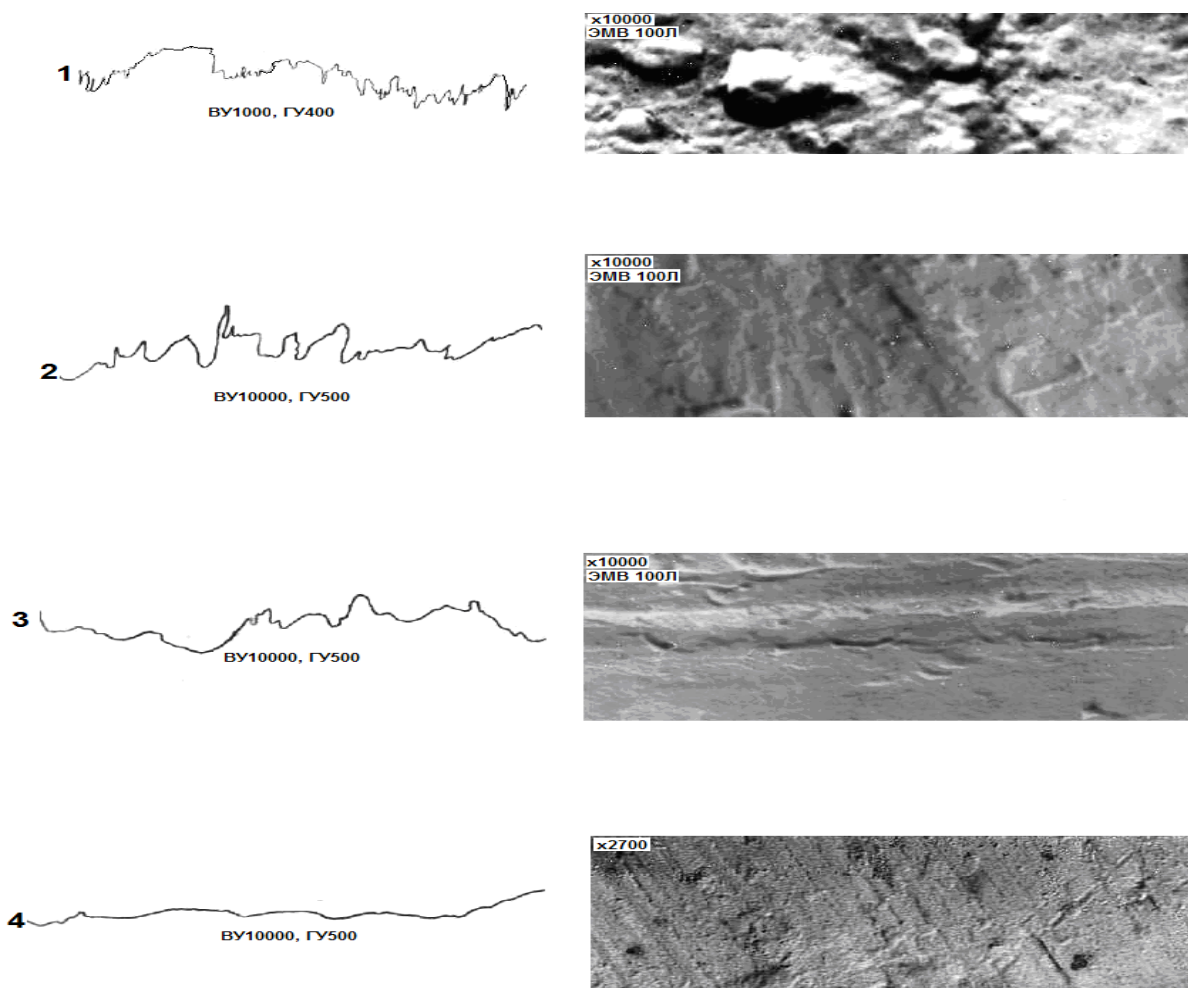


Рис. 3. Фотографии и профилограммы поверхностей образцов из сплава 36НХТЮ: 1 – до обработки (прокат); после обработки: 2 – окисью алюминия МЗ; 3 – окисью хрома МЗ; 4 – алмазной пастой АСМ 2/1; режим обработки: окружная скорость полировальника 50 м/с; удельное давление 500 кПа; время обработки 10 с.

Изучение профилограмм и фотографий поверхности различных увеличений (рис. 3), а также данных табл. 1 позволило установить на всех стадиях обработки изменение, как высоты неровностей, так и их отношения  $R_a/R_{max}$ . Наименьшие значения отношения  $R_a/R_{max}$  достигаются в процессе абразивного полирования, при этом вследствие загрязнения поверхностного слоя остатками рабочей среды при полировании значение контактной разности потенциалов (КРП) наименьшее, а после точения алмазным инструментом значительно выше.

### Выводы

1. Проведен комплекс экспериментальных исследований по установлению связи параметров шероховатости обработки  $R_a$ ,  $R_a/R_{max}$  с оптическими характеристиками поверхностей, обработанных различными механическими методами (абразивным полированием пастой АСМ 2/1 и тонким точением алмазным инструментом). Установлена четкая взаимосвязь между отношением параметров шероховатости  $R_a/R_{max}$ , коэффициентами отражения, поглощения и излучения. Доказано, что меньшим значениям  $R_a/R_{max}$  соответствуют большие значения коэффициента отражения и меньшие значения коэффициентов поглощения и излучения.

2. Установлено влияние продолжительности абразивного полирования на изменение значений отношения  $R_a/R_{\max}$ . Так, при полировании свыше 90 мин значения  $R_{\max}$  растут более интенсивно, чем  $R_a$ , что и приводит к уменьшению значений отношения  $R_a/R_{\max}$ .

#### **Список литературы:**

**1.** Качество поверхности при алмазно-абразивной обработке / Э.В. Рыжов, А.А. Сагарда, В.Б. Ильицкий, И.Х. Чеповецкий. – К.: Наук. думка, 1979. – 244 с. **2.** Гнусин И. П., Коварский Н.Я. Шероховатость электроосажденных поверхностей. – Новосибирск: Наука, 1970 – 328 с. **3.** Шкурупий В.Г. Повышение эффективности технологии финишной обработки светоотражательных поверхностей деталей из тонкого листа и лент. – Автореф. дис. ... канд. техн. наук, Одесса: ОНПУ, 2006. – 21 с. **4.** Новиков Ф.В., Шкурупий В.Г. Установление функциональных связей между параметрами шероховатости и оптическими характеристиками обработанной поверхности // Резание и инструмент в технологических системах: Межд. научн.-техн. сборник. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2005. – Вып. 68. – С. 312-318.