

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.

Основная часть

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.

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].

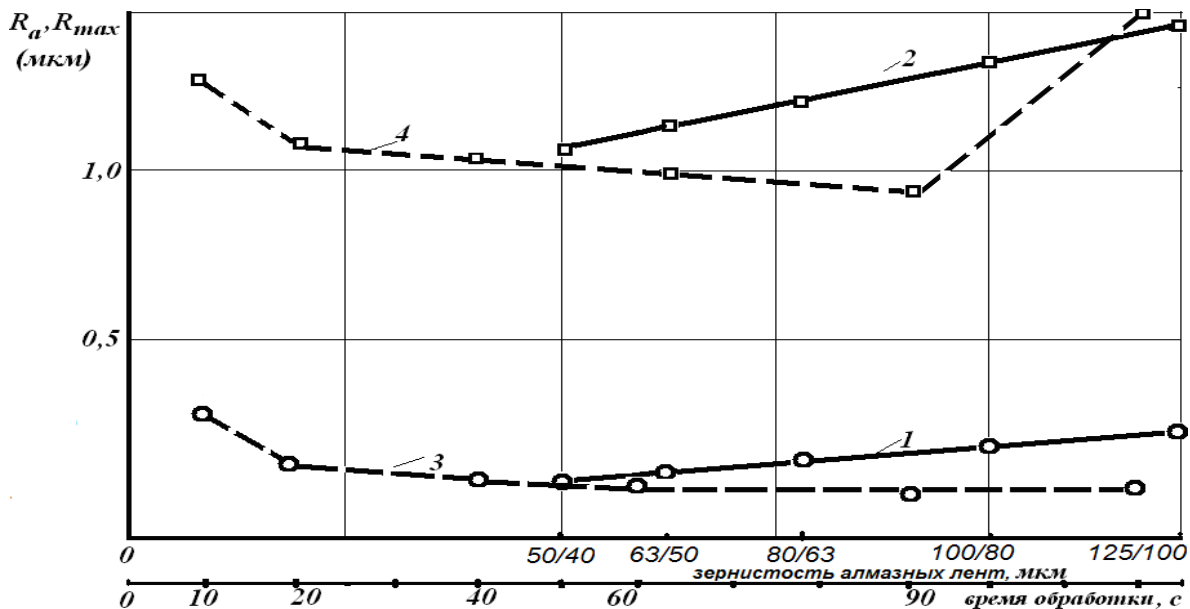


Рис.1. Влияние зернистости алмазных лент 1, 2 и продолжительности обработки 3 и 4 на интенсивность изменения значений высотных параметров шероховатости поверхности (режим обработки: давление 4 МПа; скорость 35 м/мин; продолжительность обработки 20 с для 1 и 2; зернистость абразива лент для 3 и 4 – АСМ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

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. Возрастающему 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.

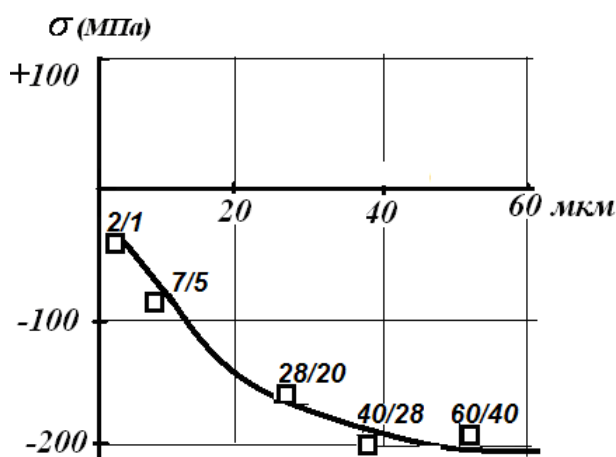


Рис. 2. Зависимость величины остаточных напряжений от размеров зерен алмазных паст АСМ

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 теплона-

пряженность 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 ρ_s , поглощения $A_s = 1 - \rho_s$ и излучения ε , отношения A_s/ε и КРП после обработки образцов из проката алюминиевого сплава АМг4

Метод обработки	R_a , мкм	R_a/R_{max}	ρ_s	A_s	ε	A_s/ε	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

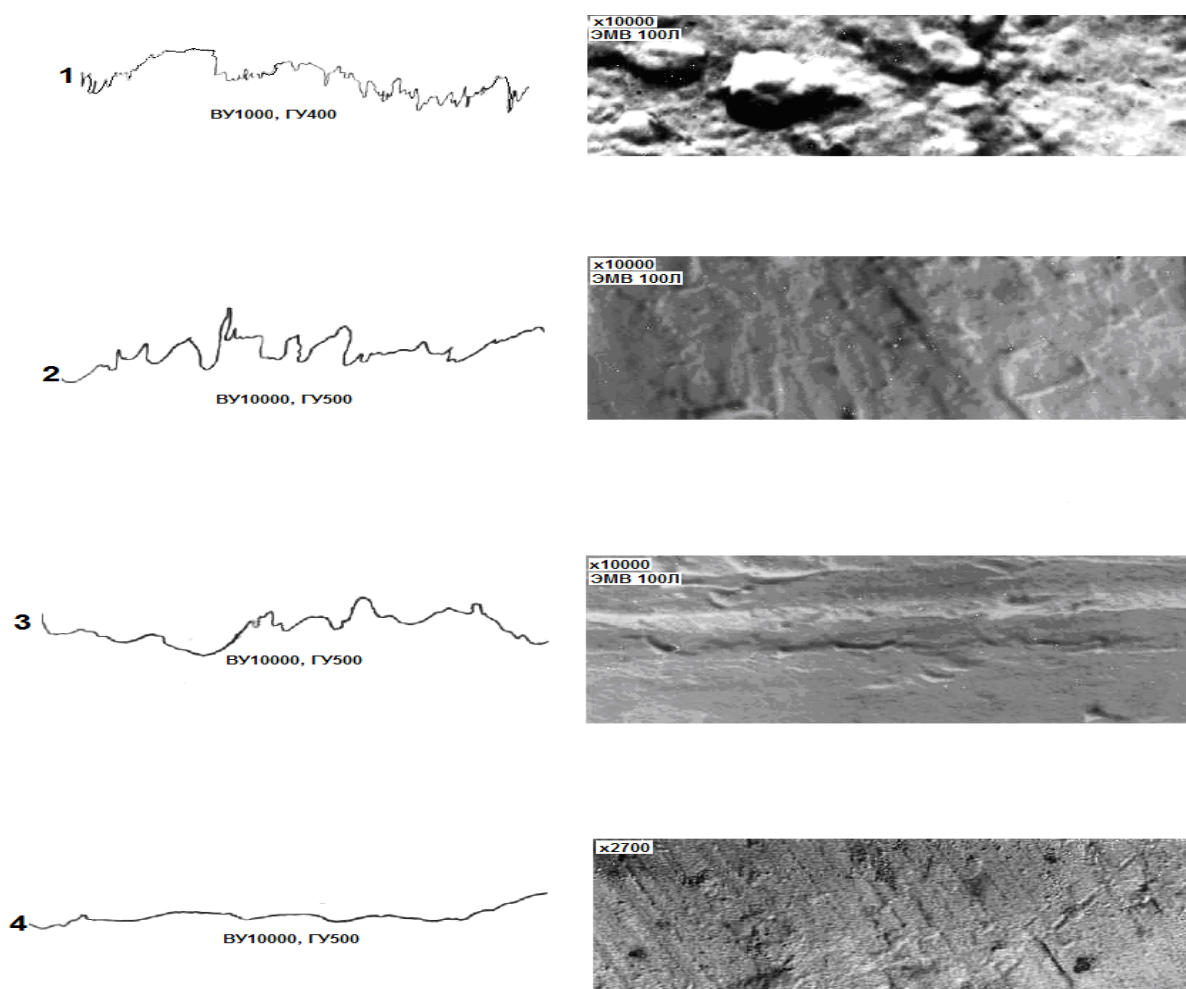


Рис. 3. Фотографии и профилограммы поверхностей образцов из сплава 36НХТЮ: 1 – до обработки (прокат); после обработки: 2 – окисью алюминия МЗ; 3 – окисью хрома МЗ; 4 – алмазной пастой АСМ 2/1; режим обработки: окружная скорость полировальника 50 м/с; удельное давление 500 кПа; время обработки 10 с

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.

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ФОРМУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ПОВЕРХОНЬ
ДЕТАЛЕЙ ПРИ ОЗДОБЛЮВАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ

Шкурупій В.Г.

Досліджений вплив технологічних параметрів абразивного полірування, яке використовується для фінішної обробки поверхонь деталей, на зміну висотних параметрів шорсткості поверхні.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА
ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ

Шкурупій В.Г.

Исследовано влияние технологических параметров абразивного полирования, которое используется для финишной обработки поверхностей деталей, на изменение высотных параметров шероховатости поверхности.

RESEARCH OF CONDITIONS OF FORMATION OF PARAMETERS OF QUALITY
OF DETAIL SURFACES AT FINISHING

Shkurupij V.G.

Influence of technological parameters of abrasive polishing which is used for finishing machining of surfaces of details on change of high-rise parameters of roughness of a surface is investigated.

Рецензент: д.т.н., проф. Матюха П.Г.