

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДИСКОВЫМИ АБРАЗИВНЫМИ ЩЕТКАМИ

ГНУ «Физико-технический институт НАН Б»

Минск, Беларусь

ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Б»

Минск, Беларусь

Введение. Физико-механические характеристики поверхностного слоя, формируемые в результате технологического процесса изготовления деталей машин, в значительной степени определяют их эксплуатационные свойства. Установлено, что шероховатость поверхности является одной из важнейших характеристик качества поверхностного слоя [1]. Применение технологий финишной обработки полимерно-абразивными волоконными композитами позволило увеличить интенсивность массового абразивного микрорезания по сравнению с обработкой жестким инструментом, повысить производительность обработки и расширить технологические возможности отделочно-зачистных операций. Метод характеризуется низкими температурами (310-430 К) и удельными давлениями ($0,2-1,2 \times 10^5$ МПа), позволяющими повысить эксплуатационные характеристики изделий, а также универсальностью и простотой реализации в условиях различных типов производств [2].

Цель работы. Целью настоящей работы является исследование влияния технологических параметров процесса обработки на шероховатость поверхности деталей.

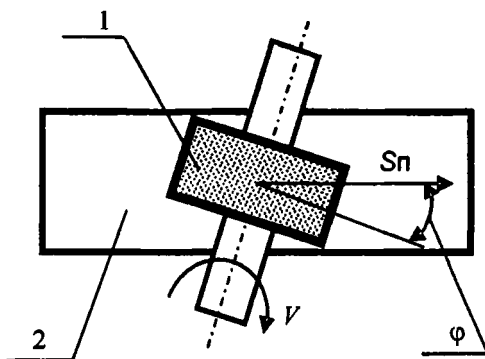


Рис. 1. Схема обработки

Методика исследований. Исследования проводились по схеме обработки, приведенной на рис. 1, предполагающей наличие вращательного движения дискового инструмента 1, поступательного перемещения образца 2, а также задание некоторого угла φ между вектором подачи обрабатываемой поверхности и плоскостью вращения инструмента. Экспериментальная установка для реализации схемы обработки размещалась на базе горизонтально-фрезерного станка мод. 6М82 и состояла из обрабатывающего модуля с приводом вращения инструмента, поворотного механизма и устройства крепления заготовок. При этом угол φ обеспечивался за счет разворота диска вокруг нормали к обрабатываемой поверхности, проходящей через точку контакта. В каждой серии опытов обрабатывалась партия из 3 образцов. Использовались образцы размером $1 \times 50 \times 50$ мм. Исходная шероховатость поверхности образцов и свойства материалов образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства образцов

Материал	Твердость, <i>HВ</i>	Шероховатость поверхности <i>Ra</i> исх, мкм	Временное сопротивление σ_B , МПа	Предел текучести σ_T ($\sigma_{0,2}$), МПа	Относительное удлинение δ , %
Сталь 45 ГОСТ 19904-90	211-218	1,416-1,542	580-770	340	15-17

В качестве инструмента использовали дисковые щетки из полимерно-абразивного волокна диаметром 125 мм на основе полиамида ПА-6, абразивный модификатор волокна – карбид кремния зеленый, концентрация модификатора – 24-32 % [1]. За критерий качества поверхностного слоя была принята величина параметра *Ra* шероховатости поверхности.

Ra, мкм

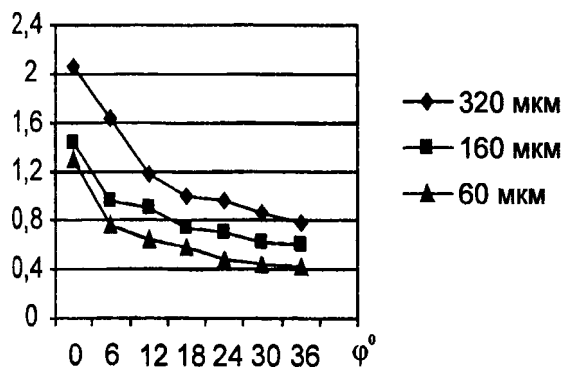


Рис. 2. Влияние угла разворота и зернистости абразива на шероховатость поверхности

Ra, мкм

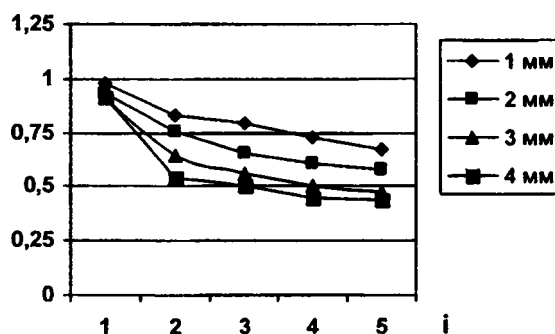


Рис. 3. Влияние натяга и количества проходов на шероховатость поверхности

Ra, мкм

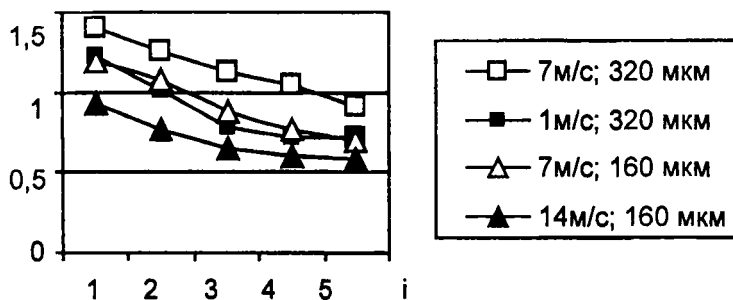


Рис. 4. Влияние скорости резания на шероховатость поверхности

Результаты и обсуждение. Результаты исследований представлены на рисунках 2-4. Анализ полученных результатов показывает, что для рассматриваемого метода обработки плоских поверхностей величина шероховатости поверхности образцов зависит от угла ϕ между векторами подачи и окружной скорости инструмента, а также от других технологических факторов – зернистости Δ , натяга δ , скорости резания V , подачи S_{Π} и количества проходов i .

В отличие от традиционного встречного или попутного шлифования периферией круга, использование разворота инструмента относительно направления подачи детали приводит к уменьшению радиальной составляющей силы резания, изменению характера и ориентации поверхностных остаточных напряжений [3]. Процессы абразивного воздействия, упругой и пластической деформации поверхности, формирования рисок осуществляются под некоторым уг-

лом к направлению подачи, что обусловлено изменением ориентации направления вектора силового воздействия. Увеличение угла φ от 0 до 36° сопровождается уменьшением значений Ra для всех исследуемых значений зернистости, например, с 2,06 до 0,78 мкм, или в 2,48 раза ($\Delta = 320$ мкм); с 1,44 до 0,61 мкм, или в 2,36 раза ($\Delta = 160$ мкм); с 1,31 до 0,42, или в 2,81 раза ($\Delta = 60$ мкм). Существенное снижение Ra в 2,0 раза ($\Delta = 320$ мкм), 1,9 раза ($\Delta = 160$ мкм) и 2,1 раза ($\Delta = 60$ мкм) наблюдается уже при угле $\varphi = 12-18^\circ$. Таким образом, при одинаковых условиях шлифования за счет изменения только величины угла разворота инструмента можно получить различные значения параметров шероховатости поверхности (рис. 2).

Обработка с изменением натяга (радиальной деформации) инструмента от 1 до 4 мм приводит к снижению шероховатости при количестве проходов $i=1-5$, что объясняется увеличением силового воздействия и площади полирующего воздействия щетки в зоне взаимодействия инструмент-поверхность (рис. 3). При данной величине вылета ворса (25 мм) наибольшее снижение шероховатости наблюдается при $\delta=3$ мм. Дальнейшее увеличение δ не приводит к существенному снижению шероховатости. Рост натяга инструмента δ сопровождается снижением значений Ra с 0,83 мкм ($\delta = 1$ мм) до 0,59 мкм или в 1,39 раза ($\delta = 3$ мм, $i=2$), с 0,79 мкм до 0,51 мкм, или в 1,29 раза ($i=3$) и с 0,67 мкм до 0,44 мкм, или в 1,41 раза ($i=5$).

При увеличении скорости резания в 2 раза (с 7,0 м/с до 14,0 м/с) при обработке с величиной натяга $\delta=2$ мм шероховатости поверхности снижается в 1,15-1,44 раза ($\Delta = 320$ мкм) и в 1,21-1,42 раза ($\Delta = 160$ мкм). Снижение шероховатости поверхности при увеличении V объясняется увеличением общего количества ударных воздействий, и микросрезов материала, следы которых затем сглаживаются и пластически деформируются ворсом щетки в зоне скольжения. Возрастание длины пути абразивных зерен в единицу времени интенсифицирует указанные явления (рис. 4). Увеличение зернистости абразивного модификатора с $\Delta = 160$ мкм до $\Delta = 320$ мкм приводит к возрастанию значений шероховатости поверхности для всех исследованных значений скорости резания – соответственно с 1,19-0,71 мкм до 1,41-0,92 мкм, или в 1,19-1,35 раза ($V = 7,0$ м/с); и с 0,93-0,58 мкм до 1,23-0,72 мкм, или в 1,18-1,32 раза ($V = 14,0$ м/с). Следует отметить, что увеличение размера зерна абразивного модификатора сопровождается пропорциональным увеличением диаметра волокна полимерно-абразивного композита [4]. Это приводит к увеличению давления на обрабатываемую поверхность и росту сил резания.

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют, что шероховатость плоских поверхностей существенно зависит от величины угла разворота дискового полимерно-абразивного инструмента относительно направления подачи заготовки. За счет изменения основных технологических параметров обработки можно обеспечить получение заданных значений параметра Ra шероховатости поверхности плоских поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горохов, В.А. Технология обработки материалов: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / В.А. Горохов. – Минск: Бел. наука, 2000. – 438 с.
2. Д.Ф. Устинович, Эластичный абразивный инструмент для отделочно-зачистной обработки / Д.Ф. Устинович // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: материалы II междунар. науч.-техн. конф.: Минск, 3-5 окт. 2007 г. / ГНУ «ФТИ НАНБ». – Минск, 2007. – С. 142-146.
3. В.М. Яркович, Косоугольное шлифование маложестких деталей / В.М. Яркович // Прогрессивные технологии обработки маложестких деталей: тез. обл. межотр. науч.-техн. конф.: Тольятти, 12-13 мая 1987 г. / ТПИ. – Тольятти, 1987. – С. 85-86.
4. Д.Ф. Устинович, Прогрессивная технология удаления заусенцев эластичным инструментом / Д.Ф. Устинович, В.И. Прибыльский // Вестник ПГУ. Сер. В. – 2005. – №6. – С.135-139.