

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕЛКИХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ ЗАТОПЛЕННЫМИ СТРУЯМИ

Андилахай А.А., докт. техн. наук

(ГВУЗ “Приазовский государственный технический университет”, г. Мариуполь)

Новиков Ф.В., докт. техн. наук

(Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця)

The paper disclosed patterns forming surfaces of small parts when sanding submerged jet

Перспективным направлением дальнейшего развития струйно-абразивной обработки [1] является обработка затопленными струями, когда абразивные зерна присоединяются к струям сжатого воздуха за пределами сопел, что защищает сопла от износа и таким образом решает проблему стабильности обработки. Вместе с тем, данный метод обработки недостаточно изучен, отсутствуют научно обоснованные рекомендации по выбору оптимальных условий обработки. Поэтому целью работы является обоснование условий уменьшения шероховатости поверхности при абразивной обработке затопленными струями на основе экспериментальных исследований закономерностей образования микросрезов на поверхностях деталей.

Состояние поверхностного слоя детали после механических и физико-механических методов обработки характеризуется в основном параметрами шероховатости, остаточными напряжениями и наклепом (глубиной и степенью упрочнения). Поверхностный слой детали после абразивной обработки затопленными струями характеризуется такими же параметрами [2].

Шероховатость поверхности после абразивной обработки затопленными струями главным образом зависит от исходной шероховатости; скорости, и размера абразивных зерен; времени обработки. При этом имеют место две стадии формирования микрорельефа поверхности. На первой стадии происходит удаление наиболее выступающих неровностей, а на второй стадии – формирование однородного по всем направлениям микрорельефа поверхности. Микрорельеф поверхности представляет собой совокупность следов (лунок), оставляемых на поверхности абразивными зернами, причем расположение лунок носит случайный характер [3]. Формирование микрорельефа поверхности происходит в течение вполне определенного времени (10...25 мин обработки), а затем процесс стабилизируется, и микрорельеф поверхности не изменяется. Соответственно не изменяются и параметры шероховатости поверхности. Подтверждением тому являются результаты экспериментальных исследований, приведенные на рис. 1.

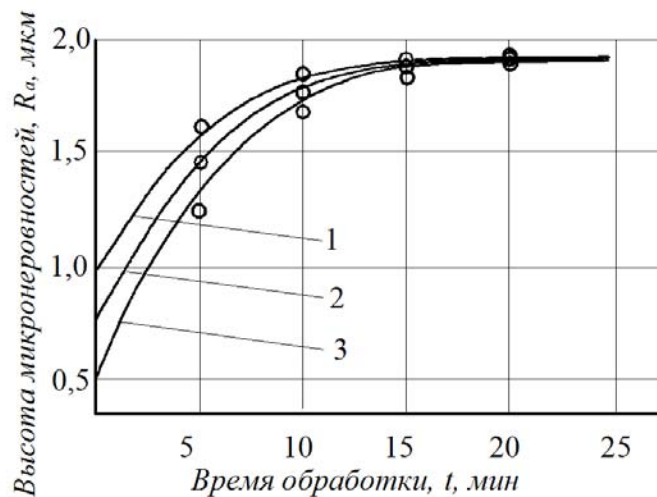


Рис. 1. Зависимость шероховатости поверхностей образцов от времени обработки при исходной шероховатости: 1 – $R_{a.исх} = 1,0$ мкм; 2 – $R_{a.исх} = 0,75$ мкм; 3 – $R_{a.исх} = 0,5$ мкм; абразив 63С (карбид кремния зеленый) зернистость 63

Как видно, с течением времени обработки τ высота микронеровностей (параметр шероховатости поверхности R_a) первоначально увеличивается, а затем стабилизируется и остается неизменным. Причем, данная закономерность справедлива для различных значений исходной шероховатости поверхности $R_{a.исх}$, изменяющихся в пределах 0,5...1,0 мкм. Как следует из рис. 1, чем меньше исходная шероховатость поверхности $R_{a.исх}$, тем меньше шероховатость поверхности R_a , образуемая в процессе обработки. При этом исходная шероховатость поверхности $R_{a.исх}$ фактически не влияет на время обработки, при котором наступает стабилизация шероховатости поверхности R_a . В данном случае наибольшее значение шероховатости поверхности $R_a = 1,8$ мкм образуется приблизительно за 15 мин обработки. Таким образом, экспериментально установлено, что одна и та же шероховатость поверхности может быть получена при различных значениях исходной шероховатости поверхности $R_{a.исх}$.

С увеличением исходной шероховатости поверхности в пределах $R_{a.исх} = 1,0...1,5$ мкм также имеет место увеличение шероховатости поверхности R_a с течением времени обработки τ , а затем ее стабилизация во времени (рис. 2).

Наибольшая шероховатость поверхности равна $R_a = 1,8$ мкм и фактически не зависит от исходной шероховатости поверхности $R_{a.исх}$, что соответствует предыдущему случаю (рис. 1). Однако, время обработки, при котором происходит стабилизация во времени шероховатости поверхности, увеличивается до 25 мин (рис. 2). Следовательно, чем выше исходная шероховатости поверхности $R_{a.исх}$, тем больше время, необходимое для обеспечения стабилизации микрорельефа обработанной поверхности. Таким образом, экспериментально установлены зависимости шероховатости поверхности от времени обработки при различной исходной шероховатости $R_{a.исх}$, а также определено время, необходимое для обеспечения стабилизации микрорельефа обработанной поверхности. Параметры обработки устанавливались следующими: абразивный материал – шлифзерно 63С (карбид кремния зеленый) зернистостью

40П (400 мкм); давление сжатого воздуха перед соплом 0,5 МПа; количество абразивного материала 0,18 л; объем воды в рабочей камере 3 л.

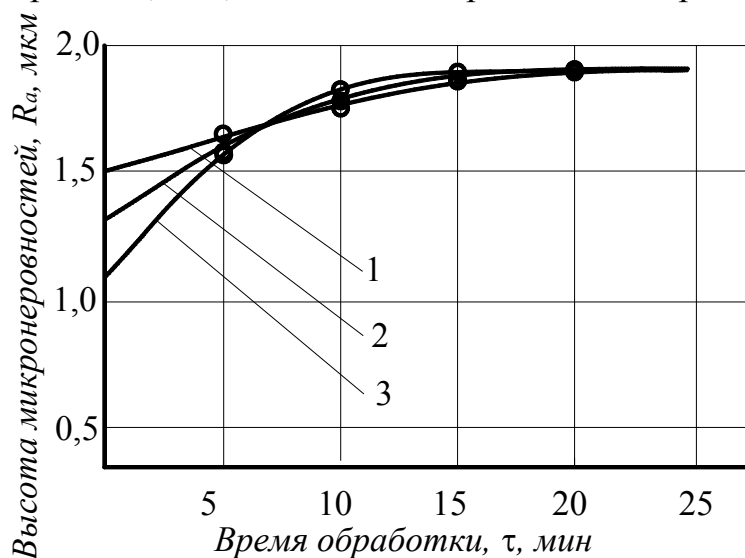


Рис. 2. Зависимость шероховатости поверхностей образцов от времени обработки при увеличении исходной шероховатости: 1 – $R_{a.исх}=1,5$ мкм; 2 – $R_{a.исх}=1,25$ мкм; 3 – $R_{a.исх}=1,0$ мкм

На основе полученных экспериментальных данных можно заключить, что при формировании шероховатости возможны три случая: в процессе обработки исходная шероховатость поверхности увеличивается; формируется новый микрорельеф без изменения показателя исходной шероховатости; шероховатость поверхности в процессе обработки уменьшается. Очевидно, возникновение того или иного случая зависит от высоты неровностей исходной поверхности, размеров лунок, оставляемых абразивными зернами, количества зерен, контактирующих с обрабатываемой поверхностью, а также от времени, необходимого для формирования нового микрорельефа. Таким образом, реальные технологические особенности процесса формирования микрорельефа позволяют представить его в виде последовательности единичных актов контактного взаимодействия на элементарном участке обрабатываемой поверхности. Каждый единичный акт контактного взаимодействия вызывает определенные изменения на обрабатываемой поверхности. Происходит деформация выступов профиля, удаление материала из лунки, в окрестности точки контакта формируется новый микрорельеф поверхности. На рис. 3 приведена фотография единичных контактов взаимодействия абразивных зерен с обрабатываемой поверхностью, т.е. реальный процесс формирования шероховатости поверхности происходит в течение вполне определенного промежутка времени.

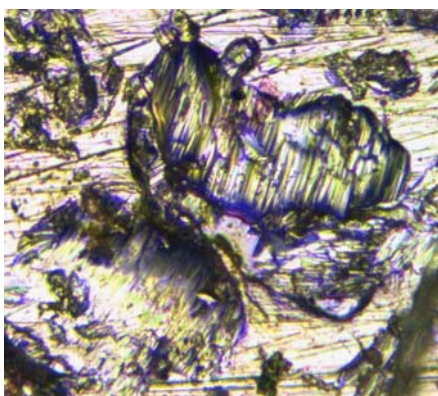


Рис. 3. Фотография единичного следа абразивного зерна на поверхности латунного образца. $\times 625$

разивных зерен с обрабатываемой поверхностью, т.е. реальный процесс формирования шероховатости поверхности происходит в течение вполне определенного промежутка времени.

разивных зерен с обрабатываемой поверхностью, т.е. реальный процесс формирования шероховатости поверхности происходит в течение вполне определенного промежутка времени.

На рис. 4 приведены графики изменения высоты микронеровностей поверхности R_{max} по мере увеличения времени обработки τ для более широкого диапазона значений исходной шероховатости.

Как видно, высота микронеровностей поверхности R_{max} в первоначальный момент обработки претерпевает изменения (уменьшение или увеличение в зависимости от исходной шероховатости), а затем стабилизируется во времени, принимая значения $R_{max}=5,6\dots5,8$ мкм. Образцы с большей высотой микронеровностей дают крутую кривую уменьшения высоты микронеровностей, а с меньшей высотой микронеровностей – пологую кривую увеличения высоты микронеровностей.

С целью выявления закономерностей формирования микрорельефа, полученного в результате абразивной обработки затопленными струями, выполнены экспериментальные исследования по установлению влияния зернистости абразива на съем металла и шероховатость поверхности (рис. 5, рис. 6) для различных значений исходной шероховатости.

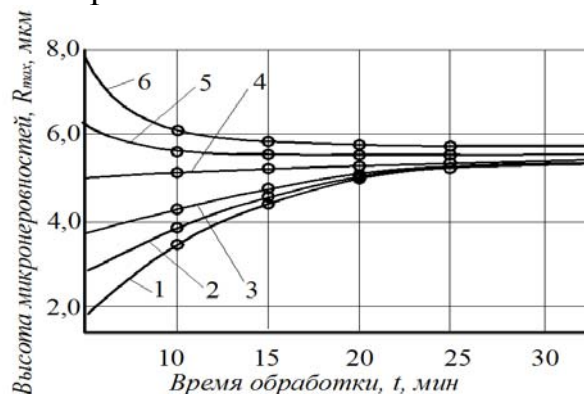


Рис. 4. Изменение высоты микронеровностей поверхности R_{max} с течением времени обработки τ в зависимости от исходной шероховатости R_{max} : 1 – 1,6 мкм; 2 – 3,0 мкм; 3 – 3,6 мкм; 4 – 5,0 мкм; 5 – 6,4 мкм; 6 – 8 мкм. Условия обработки: шлифзерно 63С; зернистость абразива 63П (630 мкм); угол наклона осей сопел к горизонту 15° ; давление сжатого воздуха 0,5 МПа

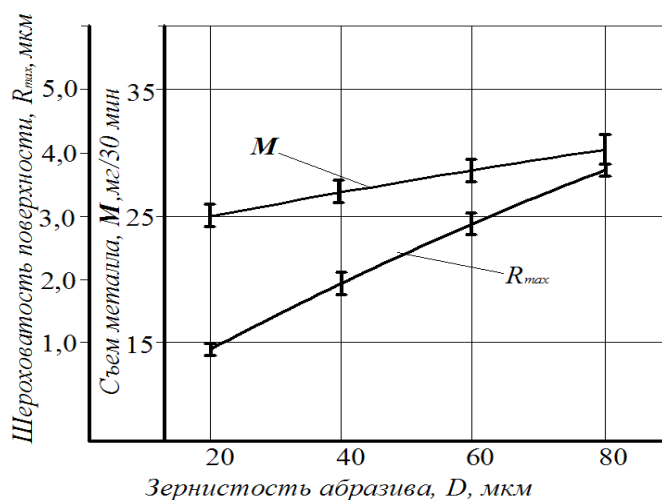


Рис. 5. Зависимость шероховатости поверхности R_{max} и съема металла M от зернистости абразива 63С (карбид кремния зеленый) при исходной шероховатости $R_{max} = 0,8$ мкм (глянцевая поверхность)

Как следует из приведенных рисунков, имеет место слабовыраженное влияние зернистости абразива на съем металла и шероховатость поверхности. Вместе с тем, абсолютная величина съема металла увеличилась в среднем на 24%. Это обусловлено тем, что с увеличением зернистости абразива увеличивается количество полных микросрезов, которые представляют собой неглубокие следы, но покрывают бóльшую часть площади обрабатываемой поверхности.

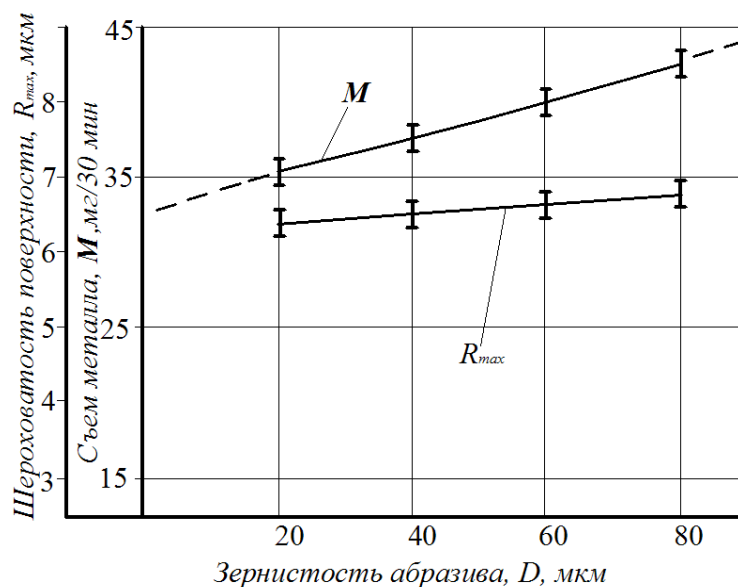


Рис. 6. Зависимость шероховатости поверхности R_{max} и съема металла M от зернистости абразива 63С (карбид кремния зеленый) при исходной шероховатости $R_{max} = 6,3$ мкм

Таким образом, экспериментально определена шероховатость поверхности при абразивной обработке затопленными струями и установлено, что с течением времени обработки она стабилизируется на одном уровне независимо от исходной шероховатости поверхности.

Список литературы: 1. Проволоцкий А.Е. Струйно-абразивная обработка деталей машин / А.Е. Проволоцкий. – К.: Техника, 1989. – 177 с. 2. Андилахай А. А. Абразивная обработка деталей затопленными струями / А. А. Андилахай. – Мариуполь: ПГТУ, 2006. – 190 с. 3. Андилахай А.А., Новиков Ф.В. Теоретические и экспериментальные исследования динамики струйно-абразивной обработки // Вісник Приазовського держ. техн. ун-ту: Зб. наук. праць. – Серія: Технічні науки. – Мариуполь: ПДТУ, 2010. – Вип. 20. – С. 206-212.