

©Лавриненко С.Н.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МИКРОРЕЛЬЕФА ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ БИОИНЖЕНЕРНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

### 1. Актуальность проблемы

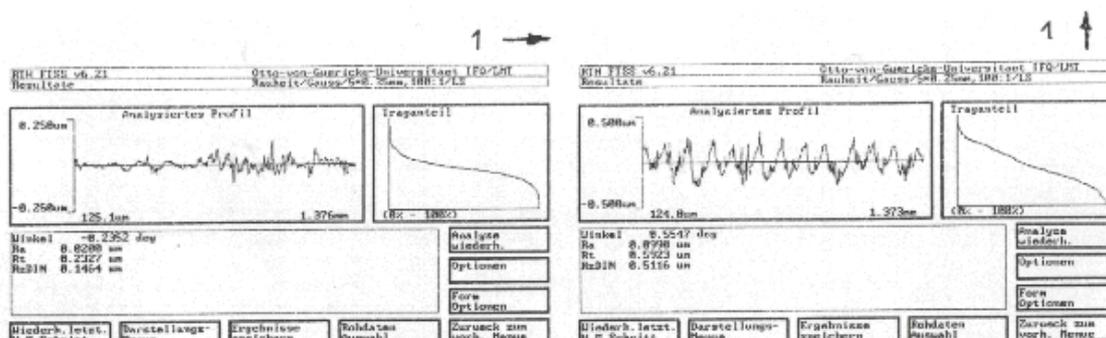
Решение проблемы формирования функционального поверхностного слоя полимерных изделий биоинженерного назначения в процессе алмазной лезвийной обработки и осуществление контроля микро- и субмикрорелееметрических параметров на основе выбранного критерия функциональности микрорельефа обработанной поверхности актуальной

### 2. Анализ предыдущих исследований и постановка задачи

Оценка шероховатости поверхности только по результатам измерения по параметру среднеарифметического отклонения профиля (Ra) или по высоте микронеровностей обработанной поверхности по 10 точкам (Rz) не является всесторонней, так как эти показатели не учитывают шага и профиля макронеровностей и характер неоднородности шероховатости [1 - 4]. Варьируя параметры режима резания можно получить совершенно различный макрогеометрический профиль поверхности, сохраняя практически постоянным значение параметра Ra, однако эксплуатационные свойства таких поверхностей будут совершенно различными и это необходимо исследовать.

### 3. Основные результаты исследований

На рис. 1 - 3 показаны профилограммы обработанных поверхностей заготовок из полистирола (ПС), обработанных с различными параметрами режима резания. Измерение производилось поперек и вдоль направления продольной подачи однозубой алмазной фрезы (вектора  $D_s$ ).



**Рис. 1** – Профилограммы поверхности образца №1 из ПС ( $v = 1705$  м/мин;  $s_z = 0,8$  мкм/зуб;  $t = 0,1$  мм) поперек и вдоль вектора  $D_s$

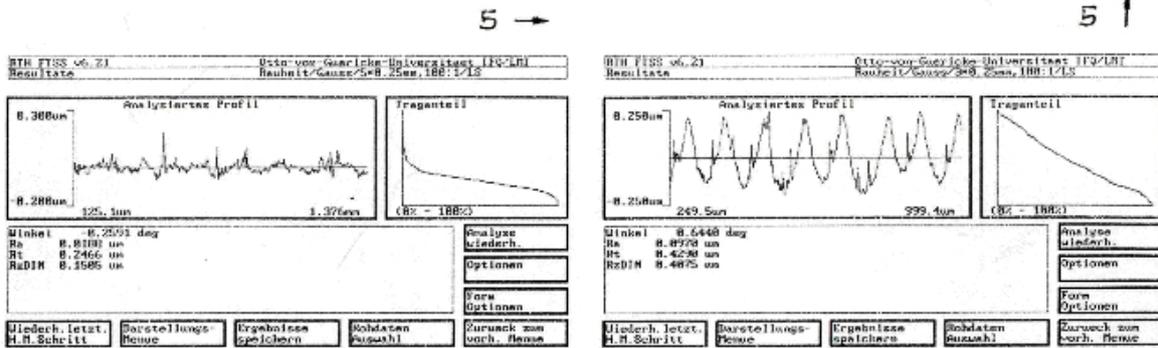


Рис. 2 – Профилограммы поверхности образца №5 из ПС ( $v = 853$  м/мин;  
 $s_z = 4,2$  мкм/зуб;  $t = 0,1$  мм) поперек и вдоль вектора  $D_s$

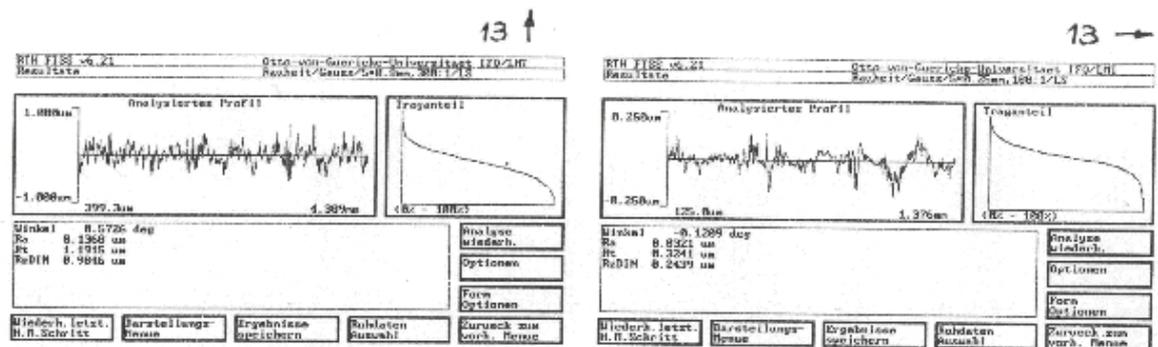
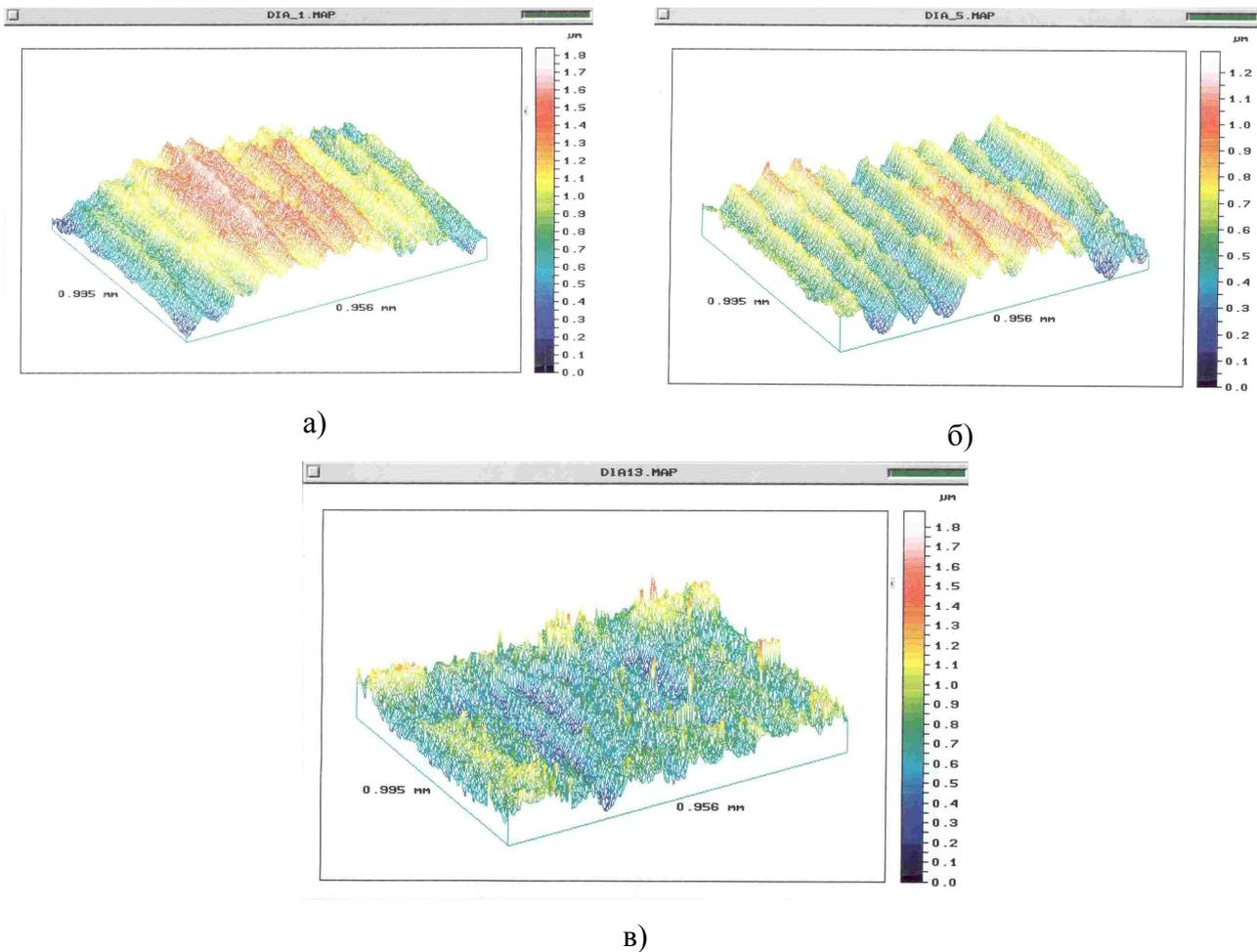


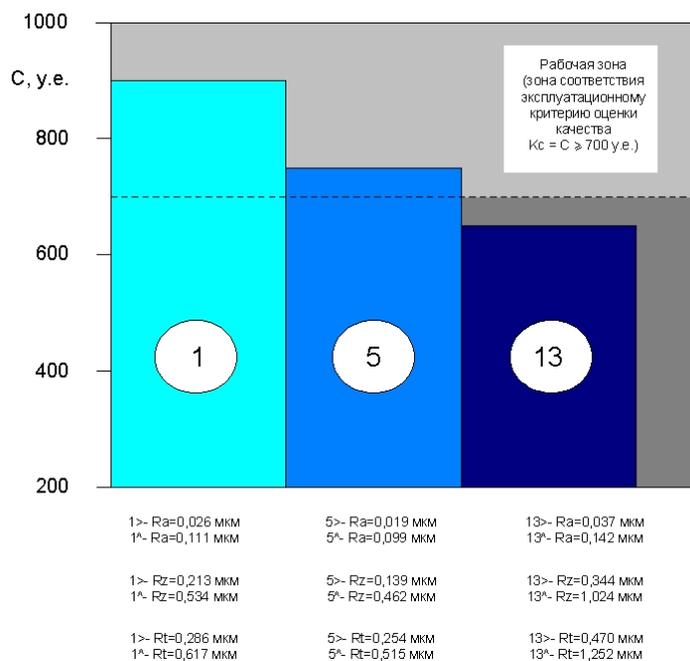
Рис. 3 – Профилограммы поверхности образца №13 из ПС ( $v = 1705$  м/мин;  
 $s_z = 8,75$  мкм/зуб;  $t = 0,1$  мм) поперек и вдоль вектора  $D_s$

Несмотря на существенные различия в значениях параметров режима резания при обработке этих поверхностей, значение их шероховатости по параметру среднеарифметического отклонения профиля отличается незначительно (средние значения вдоль направления главного движения резания:  $Ra_{1>} = 0,026$  мкм,  $Ra_{5>} = 0,019$  мкм,  $Ra_{13>} = 0,037$  мкм; в поперечном направлении:  $Ra_{1\wedge} = 0,111$  мкм,  $Ra_{5\wedge} = 0,099$  мкм,  $Ra_{13\wedge} = 0,142$  мкм). Однако 3D топограммы этих поверхностей, полученные при помощи интерферометра модели WYKO RST500 [5] (рис. 4), показывают значительное различие характера сформированного микрорельефа, что существенным образом отражается на эксплуатационных характеристиках, в частности, на показателе светового выхода готового изделия (рис. 5).



**Рис. 4** – Топограммы поверхности после обработки однозубой алмазной фрезой: а) при  $v = 1705$  м/мин;  $s_z = 0,8$  мкм/зуб;  $t = 0,1$  мм; б) при  $v = 853$  м/мин;  $s_z = 4,2$  мкм/зуб;  $t = 0,1$  мм в) при  $v = 1705$  м/мин;  $s_z = 8,75$  мкм/зуб;  $t = 0,1$  мм

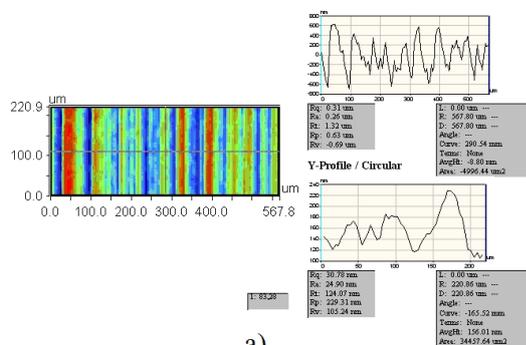
Из-за определенного диапазона требований к микрогеометрии формируемых в процессе резания функциональных поверхностей, которая определяется геометрией режущей кромки инструмента, а также варьированием параметрами режима резания, особый интерес представляет рассмотрение вопроса влияния этих факторов на формирование различных вариантов распределения высот неровностей получаемого профиля, который определяет функциональные характеристики образуемых обработанных поверхностей готовых изделий оптического и биоинженерного назначения.



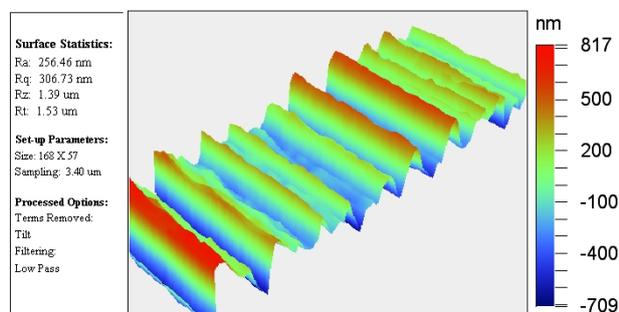
**Рис. 5** – Влияние характера сформированного микрорельефа на показатель светового выхода изделия

Законы распределения точек экстремумов высот и впадин неровностей профиля могут быть различными и при этом характер их распределения на обработанной поверхности может отличаться от нормального закона. Для установления реального закона распределения ординат высот микронеровностей с регулярным, т.е. периодическим профилем экспериментально было получено большое количество профилограмм, на которых отображены стандартные параметры шероховатости в двух взаимно перпендикулярных по отношению к направлению следа движения режущего клина алмазного инструмента (в направлениях векторов главного движения резания  $D_z$  и движения продольной подачи  $D_s$ ) на поверхностях образцов, полученных при различных параметрах режима ультрапрезизионного фрезерования.

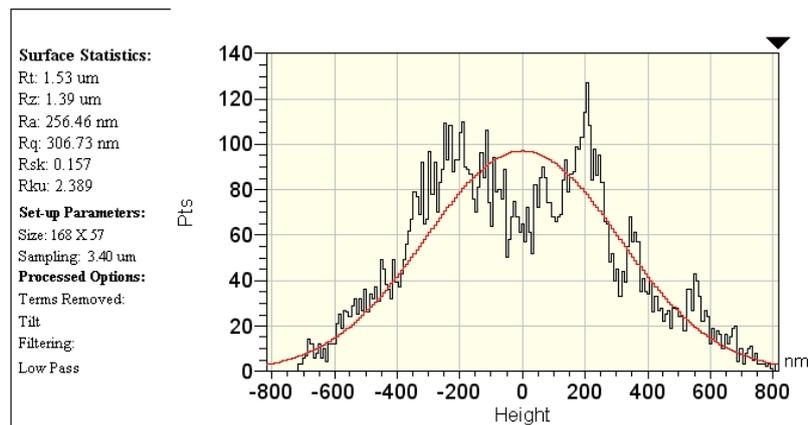
На рисунке 6 представлены 2D и 3D топограммы и соответствующая им гистограмма поверхности изделия из ПС, полученной при торцовом фрезеровании однозубой фрезой с алмазной резцовой вставкой.



а)



б)



в)

**Рис. 6** – Параметры микрогеометрического профиля поверхности, полученной при торцовом алмазном фрезеровании полистирола однозубой фрезой при  $v = 1$  м/с;  $s_z = 10$  мкм/зуб;  $t = 30$  мкм: а) 2D топограмма; б) 3D топограмма; в) гистограмма поверхности

В структуре микропрофиля обработанных поверхностей преобладает периодическая составляющая, наличие которой подтверждается величиной коэффициента регулярности  $K_p = 0,75$ .

### Выводы

1. Для прецизионной лезвийной алмазной обработки, в результате которой предполагается формирование функциональных поверхностей полимерных биоинженерных изделий с заданным регулярным микрогеометрическим профилем, сложно согласовать законы распределения шероховатости по высоте профиля с нормальным законом распределения. При этом возникает необходимость создания соответствующей математической модели.

2. При достижении высокого качества регулярного формообразования на этапе ультрапрецизионной алмазной лезвийной обработки инструментом заданной геометрии целесообразно исключение из технологического цикла операции шлифования и полирования.

### Список использованных источников:

1. Армарего И. Дж. А. Обработка металлов резанием / И. Дж. А. Армарего, Р. Х. Браун. – М. : Машиностроение, 1977. – 325 с.
2. Таратыпов О. В. Особенности микрорезания при суперфинишировании / О. В. Таратыпов // Технология и производство деталей автомобильной техники. – М., 1990. – С. 50–59.
3. Ultra-Precision Metal Cutting – Past, Present and Future / N. Ikawa, R. R. Donaldson, R. Komanduri, W. Koenig, P.A. McKeown, T. Moriwaki, I.F. Stowers // Annals of the CIRP. – 1991. – Vol. 40 (1). – P. 587–594.
4. Лавриненко С. Н. Исследование наноггеометрических характеристик поверхности полимерной оптики после прецизионной лезвийной обработки / С. Н. Лавриненко // Резание и инструмент в технологических системах. – 1999. – № 53. – С. 100–103.
5. WYKO Corporation. RST 500 Operator's Guide / Version 1.60 – 980–082 A – 47 p.

**Лавриненко С.Н.** «Особенности формирования и контроля функционального микрорельефа обработанной поверхности биоинженерных полимерных изделий».

Статья посвящена решению актуальной проблемы формирования функционального поверхностного слоя полимерных изделий биоинженерного назначения в процессе алмазной лезвийной обработки и осуществлению контроля микро- и субмикрорегеометрических параметров на основе выбранного критерия функциональности микрорельефа обработанной поверхности.

**Ключевые слова:** функциональный микрорельеф, параметры шероховатости, алмазная лезвийная обработка, биоинженерные полимеры.

**Лавриненко С.М.** «Особливості формування та контролю функціонального мікрорельєфу обробленої поверхні біоінженерних полімерних виробів».

Стаття присвячена вирішенню актуальної проблеми формування функціонального поверхневого шару полімерних виробів біоінженерного призначення в процесі алмазної лезової обробки та здійсненню контролю мікро- і субмікрорегеометричних параметрів на основі обраного критерію функціональності мікрорельєфу обробленої поверхні.

**Ключові слова:** функціональний мікрорельєф, параметри шорсткості, алмазна лезова обробка, біоінженерні полімери.

**Lavrynenko S.N.** "Features of formation and control of functional bioengineered polymer components machined surface micro relief".

The article is devoted to solving the actual problem of forming a functional surface layer of polymer products for bioengineered destination by diamond cutting and control of micro- and submicrogeometrical parameters which based on selected criteria for functional micro-relief of finished surface.

**Keywords:** functional microrelief, roughness parameters, diamond cutting, bioengineering polymers.

Стаття надійшла до редакції 29 березня 2013 р.