

И.Г. МАРКАРЯН

ФОРМИРОВАНИЕ СУБМИКРОРЕЛЬЕФА ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГЕОМЕТРИИ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТА

Բերվում են ըստ վիճակագրական պահանջարկի մեթոդի կտրմանը մշակված մակերևույթի ենթամիկրոռելիեֆի բարձրության միջին թվաբանական շեղման կապը կտրող մասի երկրաչափական պարամետրերի հետ:

Приведены установленные зависимости среднеарифметического отклонения высоты субмикрошероховатости обработанной резанием поверхности от геометрических параметров режущей части инструмента методом статистического планирования эксперимента.

Ил. 1. Табл.3. Библиогр.: 7 назв.

To determined dependence of arithmetical mean altitude deviation of supermicroroughness of surface which is processed by cutting according to geometric parameters of cutting part of an instrument using statistical experimental planning methods is established.

Ил. 1. Table 3. Ref. 7.

Обработанную поверхность можно представить как совокупность отклонений нескольких порядков - макроотклонений, волнистости, шероховатости и субмикрошероховатости. Первые порядки этих отклонений поверхности изучены достаточно подробно с установлением закономерностей их возникновения и влияния на эксплуатационные свойства. Что касается субмикрошероховатости, то она почти не исследована. Факт ее существования на обработанной поверхности доказан рядом исследований. Считается также, что субмикрошероховатость оказывает существенное влияние на эксплуатационные свойства деталей машин. Однако непосредственно проследить эту связь затруднительно, поскольку до сих пор невозможно было оценить параметры субмикрошероховатости ввиду отсутствия способа выявления последних. Поэтому для установления зависимостей "параметры субмикрошероховатости - эксплуатационные свойства деталей машин" исследователи прибегали к моделированию субмикрорельефа.

Нами разработан способ, позволяющий выявить профиль субмикрошероховатости для количественной оценки ее параметров [1]. Используя указанный способ, определены закономерности зависимости субмикрошероховатости от некоторых условий резания [2, 3]. Изучались поверхности, подвергнутые точению.

Целью настоящей работы является установление зависимости субмикрошероховатости поверхности от геометрических параметров резца.

Исследовалось влияние главного переднего γ и заднего α углов, главного ϕ и вспомогательного ϕ' углов в плане, радиусов округления режущей кромки ρ и вершины резца r на среднеарифметическое

отклонение субмикрпрофиля обработанной поверхности R'_a . На токарно-винторезном станке с помощью резцов с механическим креплением твердосплавных пластинок марки ТЗОК4 обтачивались образцы из стали 45 в состоянии поставки.

Для определения математической зависимости "среднеарифметическое отклонение субмикрпрофиля поверхности геометрические параметры режущего клина" использовали метод статистического планирования эксперимента. Предварительно исследовались однофакторные зависимости для установления уровней варьирования факторов (табл. 1).

Таблица 1

Уровень фактора	γ°	α°	φ°	φ_1°	r , мм	ρ , мм
Верхний (+)	25	8	90	45	1	0,3
Нижний (-)	0	3	45	15	0,2	0,04

Указанная область определения переменных в данных интервалах объясняется возможностью описания соответствующих однофакторных зависимостей монотонной функцией. Производить планирование методом полнофакторного эксперимента не представлялось эффективным, поскольку при шести варьируемых факторах и двух уровнях их изменения необходимо было произвести $2^6 = 64$ эксперимента, в результате чего 57 степеней свободы оставалось бы на проверку гипотезы адекватности [4]. Однако, учитывая монотонность однофакторных зависимостей, число экспериментов можно сократить, воспользовавшись дробной репликой. Для получения описания поверхности отклика была реализована 1/8 реплики шестифакторного эксперимента типа 2^{6-1} с определяющим контрастом $I = x_1 x_2 x_3 = x_1 x_2 x_4 = x_1 x_3 x_5 = x_2 x_4 x_6$, что в итоге дает матрицу с восьмью опытами (табл. 2).

Таблица 2

Номер опыта	x_0	x_1 (γ)	x_2 (α)	x_3 (r)	$x_4 = x_1 x_2$ (φ)	$x_5 = x_1 x_3$ (φ_1)	$x_6 = x_2 x_3$ (φ_1)	y (R'_a)
1	+	-	-	-	+	+	+	y_1
2	+	+	-	-	-	-	+	y_2
3	+	-	+	-	-	+	-	y_3
4	+	+	+	-	+	-	-	y_4
5	+	-	-	+	+	-	-	y_5
6	+	+	-	+	-	+	-	y_6
7	+	-	+	+	-	-	+	y_7
8	+	+	+	+	+	+	+	y_8

В данной матрице не учтен эффект взаимодействия факторов, поскольку между геометрическими параметрами резца нет взаимовлияния. Дополнительным подтверждением сказанному послужит полученная позже зависимость $R' = f(\gamma, \alpha, \varphi, \varphi_1, \rho, \Gamma)$ (все показатели степеней переменных будут меньше 1 [5]).

Для осуществления планов исследования необходимо обточить 8 образцов при постоянных режимах резания $V = 85$ м/мин, $S = 0,108$ мм/об, $t = 0,3$ мм и с геометрией режущего клина, указанной в табл. 3.

Таблица 3

Номер резца опыта	γ°	α°	Γ , мм	φ°	φ_1°	ρ , мм
1	0	3	0,2	90	45	0,30
2	25	3	0,2	45	15	0,30
3	0	8	0,2	45	45	0,04
4	25	8	0,2	90	15	0,04
5	0	3	1,0	90	15	0,04
6	25	3	1,0	45	45	0,04
7	0	8	1,0	45	15	0,30
8	25	8	1,0	90	45	0,30

После обработки экспериментальных данных были получены значения y_1, \dots, y_8 (R'_1, \dots, R'_8): $y_1 = 1,47$ мкм, $y_2 = 1,08$ мкм, $y_3 = 0,67$ мкм, $y_4 = 0,62$ мкм, $y_5 = 0,74$ мкм, $y_6 = 0,53$ мкм, $y_7 = 0,78$ мкм, $y_8 = 0,69$ мкм. Функциональная зависимость величины R'_i от параметров $\gamma, \alpha, \varphi, \varphi_1, \rho, \Gamma$ определяется в виде степенной эмпирической модели с использованием линейного аппроксимирующего полинома типа

$$M(y) = B_0 + \sum_{i=1}^N B_i X_i.$$

Для этого по программе на ЭВМ была рассчитана матрица (табл. 3). Реализация плана позволила после потенцирования записать искомую зависимость в натуральных переменных:

$$R'_i = 54 \frac{\rho^{0,20} \varphi^{0,15} \varphi_1^{0,01}}{\gamma_1 \alpha^{0,26} \Gamma^{0,18}}, \quad (1)$$

где $\gamma_1 = \gamma + 90^\circ$.

Дисперсионный анализ, проведенный по критерию Фишера [4], подтвердил гипотезу соответствия экспериментальных и расчетных данных и показал адекватность полученной модели: $F = 4,2 < E_p$, ($E_p = 4,6$ — табличное значение для уровня значимости $p = 0,05$). Степень влияния факторов $\gamma, \alpha, \varphi, \varphi_1, \rho, \Gamma$ на R'_i , т.е. доли вносимого вклада в протекание процесса, определялась ранжированием эффектов при помощи отсеивающего эксперимента [6], в основе которого лежит метод случайного баланса. Построена ранговая диаграмма (рис.), откуда видно, что наибольшее влияние на исследуемый параметр R'_i субмикрощероховатости

оказывают радиусы округления режущей кромки ρ (коэффициент регрессии в закодированном виде - 0,48) и при вершине резца r (0,28), главный α задний угол (0,22). Небольшое влияние оказывает передний угол γ (0,11). Влиянием же главного ϕ (0,03) и вспомогательного ϕ_1 (0,05) углов в плане можно пренебречь.

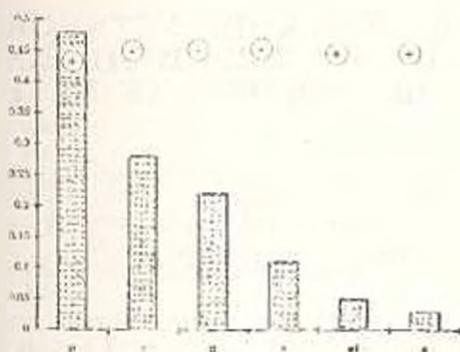


Рис. Ранговая диаграмма степени влияния геометрических параметров на R' обработанной поверхности

Выведенная зависимость (1) хорошо согласуется с полученными одnofакторными зависимостями. Обнаруженное влияние геометрических параметров режущей части инструмента на субмикрощероховатость обработанной поверхности вписывается в выдвинутую нами гипотезу формирования субмикрорельефа [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркрян И.Г. Субмикрощероховатость обработанной поверхности. // Промышленность Армении. - 1982. - № 2. - С. 46-47.
2. Маркрян И.Г. Субмикрощероховатость обработанной поверхности и ее зависимость от режимов резания // Качество поверхности деталей машин: Межвуз. тем. сб. науч. тр. по маш. / ЕрПИ. - Ереван, 1985. - С. 18-22.
3. Касьян М.В., Маркрян И.Г. Образование субмикрощероховатости и ее влияние на отражающую способность поверхностей // Проблемы внедрения металло- и энергосберегающей технологии резания на машиностроительных предприятиях АрмССР: Тез. докл. науч.-практ. конф. Ереван, 1987. - С. 12-15.
4. Адлер Ю.П., Маркова Е. В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1976. - С. 106-111.
5. Хикс Ч. Основные принципы планирования экспериментов. - М.: Мир, 1967. - С. 95-98.
6. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. - М.: Наука, 1965. - С. 63-72.
7. Маркрян И.Г., Маркрян Г.К. Некоторые вопросы механизма формирования субмикрорельефа обработанной поверхности // Оборудование и технологическое обеспечение обработки с оптимальными режимами резания: Межвуз. сб. науч. тр. - ЕрПИ. - Ереван, 1991. - С. 12-15.