

ИССЛЕДОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ КОНТУРНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Малышев Е.Н., Колесников И.А.

Ключевые слова: концевая фреза, контурное фрезерование, радиусное сопряжение, шероховатость.

Аннотация. В статье рассматривается вопрос различия величины шероховатости от работы торцовой частью концевых фрез при обработке криволинейных контуров и радиусных сопряжений. Анализируются результаты проведенного эксперимента, проводится выявление теоретически сформулированной проблемы на практике.

RESEARCH OF SURFACE ROUGHNESS AT CONTOUR MILLING

Malyshev E.N., Kolesnikov I.A.

Keywords: end mill, contour milling, radius mating, roughness.

Abstract. The article deals with the question of the difference in the roughness value from the work of the end part of end mills when processing curved contours and radius mates. The results of the experiment are analyzed, the theoretically formulated problem is identified in practice.

Для обработки наружных и внутренних контуров применяют концевые фрезы, работающие наружной цилиндрической поверхностью [1]. Также эти фрезы применяют также для обработки плоских поверхностей, обрабатываемые торцовой частью фрезы.

Возникает неодинаковость штрихов шероховатости на плоской поверхности детали от работы торцовой частью фрезы при фрезеровании радиусных сопряжений и криволинейных поверхностей различной конфигурации. Дело в том, что при обходе контура в месте скругления, на участке плоской поверхности, находящейся ближе к скруглению, происходит более частое появление следов шероховатости, чем на участке, находящемся дальше от него, что обусловлено более частым касанием зубьями фрезы плоской поверхности на данном участке обхода [2,3]. Это явление и является рассматриваемой в данной статье проблемой.

Данные для теоретической обработки получены при проведении практического эксперимента на компактном вертикальном обрабатывающем центре MiniMill450. В качестве инструмента была взята концевая фреза фирмы Sandvik Coromant (CoroMill® 390) со сменными твердосплавными пластинами с механическим креплением пластин R390-040A32-11H. В качестве исходной заготовки использовалась квадратная пластина 100x100x6 мм из стали 45. Эксперимент проводился в три этапа, каждый из которых отличался выбранной подачей на зуб фрезы.

Для каждого этапа также были установлены и постоянные режимы резания, такие как глубина резания $t = 0,3$ мм и число оборотов шпинделя $n = 355$ об/мин, а также радиусы скруглений равные 41 мм и 81 мм (рис.1).

После каждого этапа обработки замерялась полученная шероховатость в шести точках, при этом в каждой точке шероховатость измерялась по три раза

(рис. 2). Измерение шероховатости поверхности проводилось с помощью профилографа/профилометра АБРИС-ПМ7.

Результаты измерений приведены в табл. 1.

На рис. 3 показано сравнение величины шероховатости поверхности в зависимости от выбранной подачи на зуб фрезы.



Рис. 1. Заготовка после обработки

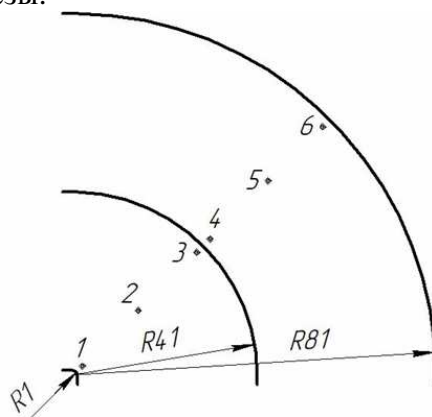


Рис. 2. Точки измерения шероховатости

Табл. 1. Результаты замеров шероховатости Ra (мкм) в контрольных точках

N точки	$S_z = 0,048$ мм/зуб			$S_z = 0,072$ мм/зуб			$S_z = 0,096$ мм/зуб		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4,88	4,22	4,18	4,8	4,05	4,01	7,4	6,39	8,17
2	3,59	4,37	3,94	5,91	5,8	5,89	13,44	13,53	13,05
3	3,61	3,04	3,87	5,21	4,88	4,85	8,59	9,07	7,72
4	4,03	3,97	3,37	4,12	4,13	4,72	6,22	6,3	5,56
5	5,35	4,22	5,15	5,57	5,39	5,38	7,34	6,87	6,96
6	5,07	4,56	5,61	6,09	6,01	5,71	7,58	8,16	8

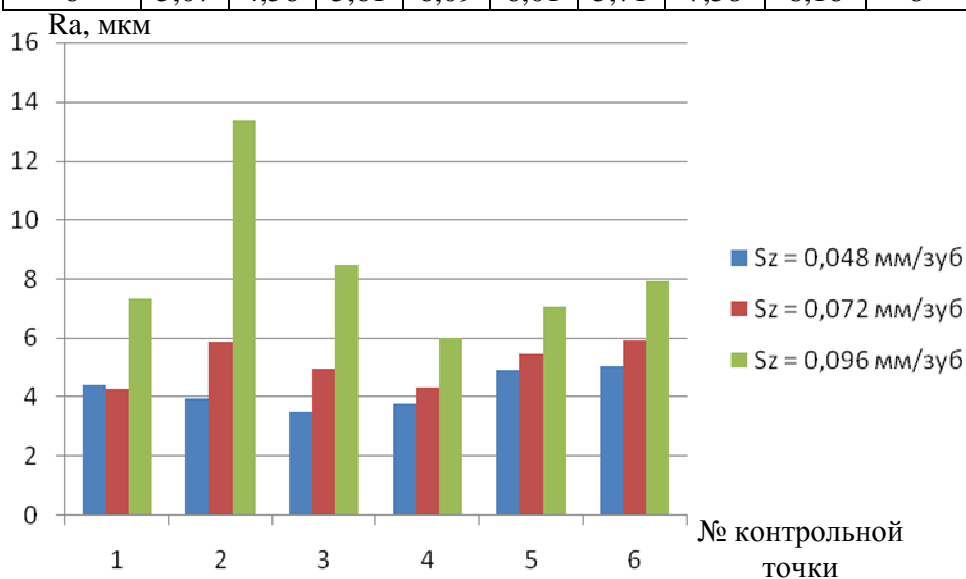


Рис. 3. Сравнение результатов измерений

Исходя из полученных результатов измерений шероховатости, можно заметить, что шероховатость в точках 1 (R6) и 4 (R46), т.е. в точках, находящихся ближе к скруглению, в основном меньше, чем в точках 2 (R21), 3 (R36), 5 (R56) и 6 (R76), которые находятся дальше от скругления. Это подтверждает наличие сформулированной проблемы, заключающейся в неодинаковости штрихов шероховатости при обработке радиусных сопряжений концевой фрезой.

На основании проведенного регрессионного анализа были получены уравнения регрессии 1, 2, 3 для пар точек 3 и 6, 2 и 5, 1 и 4 соответственно:

$$1) y(Ra) = 6,24 + 1,945 \left(\frac{S - 0,072}{0,024} \right) + 0,255 \left(\frac{R - 56}{20} \right) - 0,53 \left(\frac{S - 0,072}{0,024} \right) \left(\frac{R - 56}{20} \right);$$

$$2) y(Ra) = 7,32 + 2,88 \left(\frac{S - 0,072}{0,024} \right) - 1,335 \left(\frac{R - 41}{20} \right) - 1,805 \left(\frac{S - 0,072}{0,024} \right) \left(\frac{R - 41}{20} \right);$$

$$3) y(Ra) = 5,395 + 1,285 \left(\frac{S - 0,072}{0,024} \right) - 0,485 \left(\frac{R - 26}{20} \right) - 0,165 \left(\frac{S - 0,072}{0,024} \right) \left(\frac{R - 26}{20} \right).$$

Анализируя полученные уравнения регрессии, можно сделать следующий вывод: во всех рассматриваемых парах точек было выявлено, что подача сильнее влияет на величину получаемой на обрабатываемой поверхности шероховатости, чем радиус, на котором она замерялась и чем взаимное действие двух этих факторов.

Список литературы

1. Вэй Пью Маунг. Технологические особенности фрезерования на станках с ЧПУ с использованием концевых фрез. / Вэй Пью Маунг, Агеева В.Н. // Сб. трудов семинара «Современные технологии в горном машиностроении», МГГУ, М. 2013. С.278-282.
2. Savas V., Ozay C. Analysis of the surface roughness of tangential turn-milling for machining with end milling cutter // Journal of Materials Processing Technology. – 2007. – Т. 186. – №. 1-3. – С. 279-283.
3. Bruni C. et al. Surface roughness modelling in finish face milling under MQL and dry cutting conditions // International Journal of Material Forming. – 2008. – Т. 1. – №. 1. – С. 503-506.

References

1. Wei Pio Maung. Technological features of milling on CNC machines using end mills. / Wei Pio Maung, Ageeva V.N. // Comp. proceedings of the seminar "Modern technologies in mining engineering", MSMU, M. 2013. P.278-282.
2. Savas V., Ozay C. Analysis of the surface roughness of tangential turn-milling for machining with end milling cutter // Journal of Materials Processing Technology. – 2007. – Т. 186. – №. 1-3. – С. 279-283.

3. Bruni C. et al. Surface roughness modelling in finish face milling under MQL and dry cutting conditions //International Journal of Material Forming. – 2008. – Т. 1. – №. 1. – С. 503-506.

<p>Малышев Евгений Николаевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Машиностроительные технологии», m1@bmstu-kaluga.ru</p>	<p>Malyshev Evgeny Nikolaevich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of "Engineering Technology", m1@bmstu-kaluga.ru</p>
<p>Колесников Игорь Алексеевич – студент, koles.igor96@gmail.com</p>	<p>Kolesnikov Igor Alekseevich – student, koles.igor96@gmail.com</p>
<p>Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана – Калужский филиал, г. Калуга, Российская Федерация</p>	<p>Bauman Moscow State Technical University – Kaluga branch, Kaluga, Russian Federation</p>

Received 22.06.2019