

НА ХАРАКТЕР ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

О. А. Лапко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель М. И. Михайлов

Как известно, причиной образования неровностей на фрезерованной поверхности являются трахоидальные траектории относительного рабочего движения режущих кромок смежных зубьев фрезы [1].

Траектория точки зуба фрезы при обработке описывается следующей системой уравнений [1], [2]:

$$x = \frac{S_0}{2\pi} t \pm \frac{D}{2} \sin\left(t \pm k \frac{\pi}{n}\right); \quad (1)$$

$$y = \frac{S_0}{2\pi} t \pm \frac{D}{2} \cos\left(t \pm k \frac{\pi}{n}\right), \quad (2)$$

где S_0 – подача на оборот, мм/об; D – диаметр фрезы, мм; t – центральный угол; k, n – целое число.

Для анализа обработанных поверхностей траекторию движения зубьев фрезы, задавали конкретными параметрами фрезерования: $S_0 = 0,8$ мм/об; $D = 70$ мм; $Z = 4$.

Известны формулы шероховатости при фрезеровании без учета биения зубьев (3) и с учетом их биения (4):

$$R_z = \frac{(S_z)^2}{8r}, \text{ мм}, \quad (3)$$

где S_z – подача на зуб фрезы, мм/зуб, r – радиус фрезы, мм.

$$R_z = \frac{z \cdot S_z}{8(r + e)}, \text{ мм}, \quad (4)$$

где z – число зубьев фрезы; e – смещение зуба фрезы.

По вышеприведенным уравнениям (1), (2) была построена траектория зубьев фрезы, когда все 4 зуба одинаковы, т. е. без биения. В результате получили неровности поверхности, равные 0,14 мкм.

Далее была построена траектория зубьев фрезы, когда любой один зуб с биением +20 мкм (рис. 1, а).

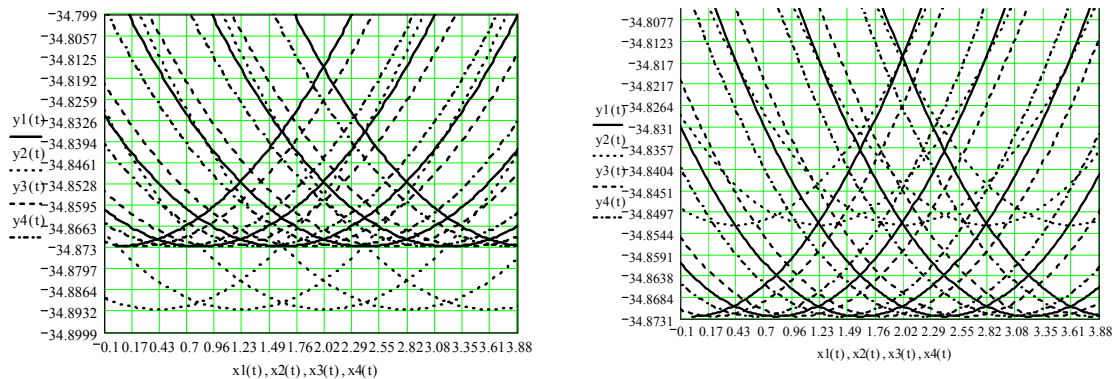
В результате высота неровностей равна 2,225 мкм. Этот вариант аналогичен тому, в котором три зуба имеют биение – 20 мкм, в результате высота неровностей равна 2,35 мкм.

В результате графических построений величина неровностей уточнилась.

В формуле расчета шероховатости не учитывается биение нескольких зубьев одновременно, но графически построить эти варианты возможно.

Приняли фрезу с четырьмя зубьями и учли их радиальное биение, равное 20 мкм (анализируя все возможные случаи: биение двух смежных зубьев, биение через зуб, биение трех любых зубьев).

Третий рассмотренный вариант: также любой один зуб, но с биением –20 мкм (рис. 1, б), в результате высота неровностей равна 0,576 мкм. Этот вариант аналогичен тому, в котором три зуба имеют биение +20 мкм, в результате высота неровностей равна 0,566 мкм.



а)

б)

Рис. 1. Траектория зубьев фрезы:

а – с биением одного зуба +20 мкм; б – с биением одного зуба –20 мкм

Четвертый рассмотренный вариант: два рядом стоящих зуба имеют биение +20 мкм (рис. 2, а).

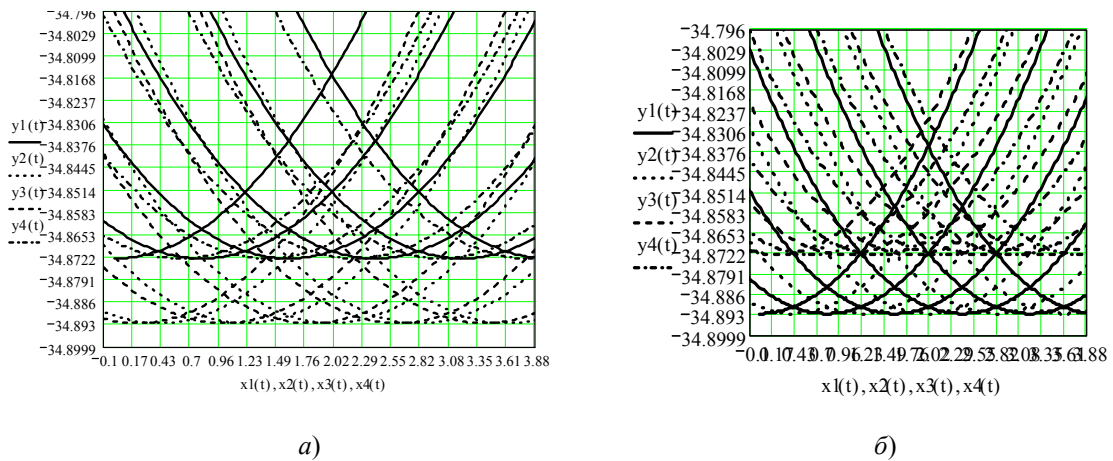


Рис. 2. Траектория зубьев фрезы:
a – два рядом стоящих зуба имеют биение +20 мкм;
б – два смежных зуба имеют биение +20 мкм

В результате получили неровности поверхности, равные 1,288 мкм.

Пятый рассмотренный вариант: также два рядом стоящих зуба имеют биение – 20 мкм, в результате высота неровностей равна 1,3 мкм. Данный вариант практически аналогичен тому, в котором два других зуба имеют биение +20 мкм.

Шестой рассмотренный вариант: также два зуба, но уже не рядом стоящие, а через один имеют биение +20 мкм (рис. 2, *б*), в результате высота неровностей равна 0,446 мкм.

Седьмой рассмотренный вариант: также два зуба не рядом стоящие, а через один имеют биение –20 мкм, в результате высота неровностей равна 0,446 мкм.

После построений графиков мы можем измерить толщину срезаемого слоя в зависимости от угла поворота зуба фрезы.

По формуле (5) толщина срезаемого слоя равна:

$$a_{\max} = S_z \cdot \sin(Q), \quad (5)$$

где S_z – подача на зуб фрезы, мм/зуб; Q – угол поворота зуба фрезы.

Сравниваем расчетное значение толщины срезаемого слоя с измеренным графически (рис. 3, *a*).

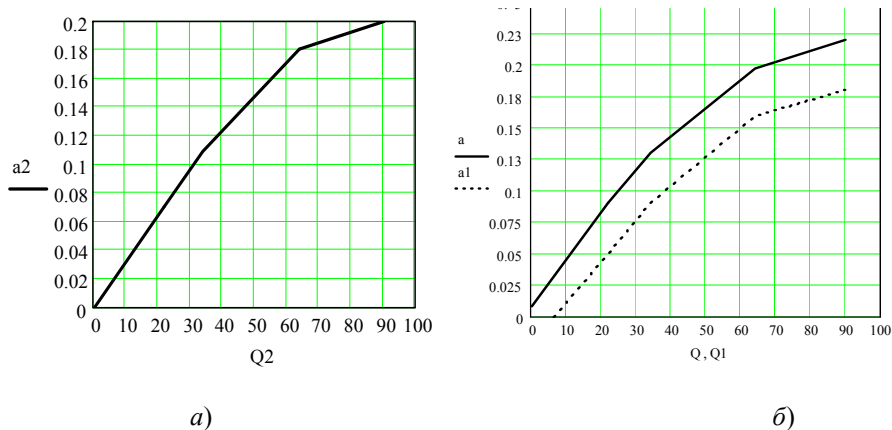


Рис. 3. Графики зависимости толщины срезаемого слоя от угла поворота фрезы:
a – без биения зубьев; *б* – с биением одного зуба

Из рис. 3 видно, что при увеличении угла поворота фрезы толщина срезаемого слоя увеличивается (рис. 3, *a*). Если сравнить оба графика, то видно, что толщина срезаемого слоя при одном и том же угле поворота зуба фрезы больше на графике с учетом биения одного зуба.

Заключение. Численный метод позволяет изучить траекторию зубьев фрезы и учесть радиальное биение каждого зуба на остаточную шероховатость. Данный метод также позволяет определить влияние радиального биения на толщину срезаемого слоя *a*, т. е. нагрузку, действующую на зуб. Сравнивая с типовым методом определения шероховатости, при условии, если один зуб имеет радиальное биение 20 мкм, получаем, что значение шероховатости отличается в 1,3 раза. Сравнивая с типовым методом определения толщины срезаемого слоя, не учитывая радиальное биение, получаем, что значение толщины срезаемого слоя отличается в 1,05 раза.

Л и т е р а т у р а

1. Михайлов, М. И. Сборный металлорежущий механизированный инструмент: ресурсосберегающие модели и конструкции / М. И. Михайлов ; под ред. Ю. М. Плескачевского. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008.
2. Леонов, С. Л. Обеспечение геометрических параметров качества деталей на основе прогнозирования законов распределения методами имитационного стохастического моделирования / С. Л. Леонов, 2009.