

кий // Вестник Могилевского государственного технического университета. — 2002. — № 2.

3. Пашкевич М.Ф. Геометрический анализ зацеплений в пружинно-винтовых передачах / М.Ф. Пашкевич, Н.И. Рогачевский, С.Н. Рогачевский // Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении: Сборник научных статей междунар. НТК «Балттехмаш-2002». — Калининград, 2002. — С. 173–175.

УДК 621.914.6

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ТОЛЩИНЫ СРЕЗА ПРИ ЗУБОФРЕЗЕРОВАНИИ

Сюборов В.В., Мисевич В.С.

*Витебский государственный технологический университет
Витебск, Беларусь*

Обеспечение высокой стойкости червячных модульных фрез является важным условием их эффективной эксплуатации [1]. Зубья фрезы нагружены неравномерно: при одной осевой установке существует только один зуб с максимальным износом, определяющий ее стойкость. При этом вершинная режущая кромка зуба снимает максимальный срез и имеет максимальный износ. Поэтому для определения стойкости червячных фрез необходимо уметь определять толщину среза на вершине зуба.

Нами разработана методика определения толщины среза на вершине зуба червячной модульной фрезы. Как показали расчеты, для прямозубых колес и колес с небольшими углами наклона зуба, по мере приближения зуба фрезы к межосевому перпендикуляру толщина среза a_z уменьшается, а длина среза l_{cp} увеличивается. В соответствии с теорией резания, износ зуба пропорционален длине среза l_{cp} и толщине среза в некоторой степени n , т.е. пропорционален a_z^n . На основании анализа процессов обработки резанием принимаем $n=1,6$. Таким образом, максимальный износ имеет зуб с максимальным произведением $a_z^{1,6} \times l_{cp}$. Такой зуб является критическим.

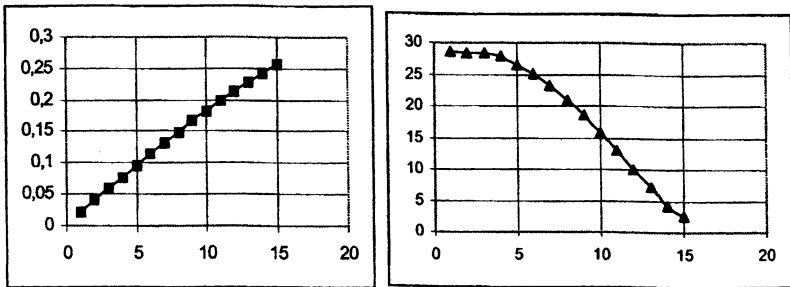
Как показали расчеты, толщина среза критического зуба связана с максимальной толщиной среза соотношением $a_{z_кр} = 0.655a_{z_max}$. Следовательно, для определения стойкости фрез, а также для сравнения стойкости однозаходных и многозаходных фрез важно уметь определять максимальную величину среза a_{z_max} .

Целью работы является получение математической модели, связывающей максимальную толщину среза с режимами резания и конструктивными параметрами червячных модульных фрез. В целях выделения основных факторов, влияющих на толщину среза, незначимые факторы отброшены, что внесло погрешности не превышающие 5 %.

На рис. 1 показаны графики a_z , l_{cp} и произведения $a_z^{1,6} \times l_{cp}$ для различных зубьев фрезы при фрезеровании колеса $m = 4$ мм, $z = 40$ червячной фрезой диаметром $D_f = 90$ мм с числом заходов $k = 1$ и числом реек $Z_f = 10$ при осевой подаче $s_o = 3,2$ мм/об. Из графика видно, что 8-й зуб является критическим.

$$a_z = f(N_{зуба})$$

$$l_{cp} = f(N_{зуба})$$



$$a_z^{1,6} \times l_{cp} = f(N_{зуба})$$

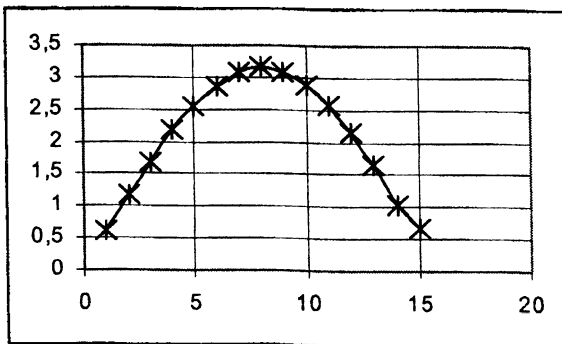


Рис. 1.

На рис. 2 приведена схема для определения a_{z_max} при обработке прямозубого колеса. Максимальная величина проекции подачи на нормаль к режущей кромке в торцевой плоскости колеса

$$s_{N_max} = \frac{\pi t k}{Z_f} \cdot \frac{AB}{r}, \quad (1)$$

где t — модуль колеса; r — радиус делительной окружности; k — число заходов фрезы; Z_f — число реек фрезы; AB — длина участка фрезы, на котором ее зубья работают вершинными режущими кромками.

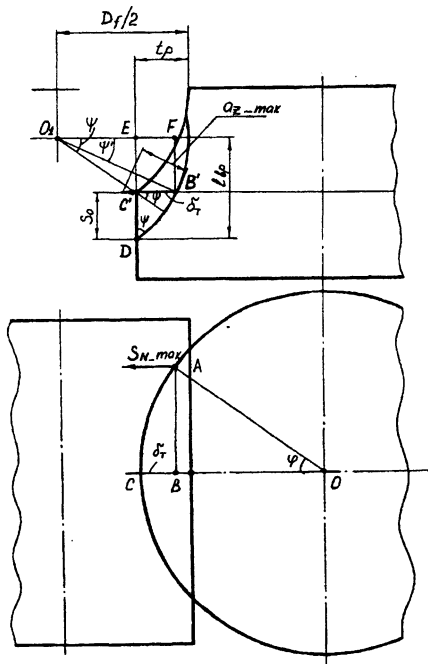


Рис. 2

Из рис. 2

$$AB = \sqrt{r_a^2 - (r_a - \delta_T)^2} = \sqrt{2r_a \delta_T - \delta_T^2}, \quad (2)$$

где r_a — радиус головок зубьев колеса; $\delta_T = BC$. Т. к. $\delta_T \ll r_a$, то величиной δ_T^2 можно пренебречь. В результате получим

$$AB = \sqrt{2r_a \delta_T}, \quad (3)$$

$$s_{N_max} = \frac{\pi t k}{Z_f} \cdot \frac{\sqrt{2r_a \delta_T}}{r} = \frac{\pi t k}{Z_f} \cdot \sqrt{\frac{2r_a \delta_T}{r^2}}, \quad (4)$$

Примем $\frac{r_a}{r} \approx 1$, тогда окончательно

$$s_{N_max} = \frac{\pi mk}{Z_f} \cdot \sqrt{\frac{2\delta_T}{r}}, \quad (5)$$

Теперь эту величину необходимо спроектировать на плоскость передней грани рейки фрезы, которая снимает срез максимальной толщины. Для этого необходимо учесть угол ψ' поворота рейки относительно торцевой плоскости. Получим

$$a_{z_max} = s_{N_max} \cdot \cos \psi' = \frac{\pi mk}{Z_f} \cdot \sqrt{\frac{2\delta_T}{r}} \cdot \cos \psi'. \quad (6)$$

Из треугольников $B'C'D$, CEO_1 и $B'FO_1$ (см. рис. 2)

$$\delta_T = s_o \cdot \operatorname{tg} \psi, \quad (7)$$

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{l_{op} - s_o}{D_f/2 - t_p}, \quad (8)$$

$$\cos \psi' = \sqrt{1 - \sin^2 \psi'} = \sqrt{1 - \left(\frac{l_{op} - s_o}{D_f/2} \right)^2}, \quad (9)$$

где D_f — диаметр червячной фрезы; t_p — глубина резания; l_{op} — длина врезания. Из рис. 2 $l_{op} = \sqrt{(D_f - t_p)t_p}$. Примем $l_{op} - s_o = \sqrt{D_f t_p}$. Окончательно, для максимальной толщины среза получим формулу

$$a_{z_max} = \frac{\pi mk}{Z_f} \cdot \sqrt{\frac{2s_o}{r}} \cdot \sqrt{\frac{2(D_f - 4t_p)}{D_f - 2t_p}} \cdot \sqrt{\frac{t_p}{D_f}}, \quad (10)$$

Формула (10) позволяет ранжировать параметры процесса резания по степени влияния на максимальную толщину среза: наибольшее влияние оказывают модуль m , число заходов фрезы k (увеличивают) и число реек Z_f (уменьшает); среднее влияние оказывает осевая подача s_o (увеличивает) и радиус колеса r (уменьшает); наименьшее влияние оказывает диаметр червячной фрезы D_f (уменьшает) и глубина резания t_p (увеличивает). Эти соотношения действительны при малых изменениях глубины резания, при $t_p \approx 2m$.

В соответствии с понятиями, введенными Лашневым С.И. [2]; подача сближение (глубина резания), установочная подача (подача на ход, оборот), рабочая подача (подача на зуб, окружная подача), — первый множитель в (10) отражает влияние осевой подачи, второй множитель — влияние ус-

тановочной (осевой) подачи и третий сомножитель — влияние глубины резания на максимальную толщину среза.

Полученная формула (10), вместе с понятием критического зуба фрезы, позволяет определить отношение стойкостей однозаходных и многозаходных фрез при заданных параметрах обработки, раскрыть факторы эффективности многозаходных фрез и определить условия их применения.

Литература

1. Шевченко А.Н. Перспективы развития производства зуборезного инструмента //СТИН. —2001. —№ 6. —С.19–22.
2. Лашнев С.И., Юликов М.И. Проектирование режущей части инструмента с применением ЭВМ. —М.: Машиностроение, 1980. —180 с.