

ществяющему изменению среднего диаметра витка.

Влияние скорости резания на процесс дробления стружки следует оценивать, анализируя ее влияние на жесткость стружки. С изменением скорости резания изменяется усадка стружки, а, следовательно, и ее толщина  $a_1$ . Различные точки при данном отношении  $t/S$  на рис. 3 соответствуют различным скоростям резания. Чем меньше скорость резания, тем больше усадка и толщина стружки и больше ее жесткость.

Это приводит к тому, что при работе на низких скоростях резания стружка дробится даже при больших отношениях  $t/S$ . Изменение скорости резания влияет также и на диаметр витка стружки. Хотя это влияние невелико, зависимость жесткости стружки от диаметра ее витка столь существенна, что пренебрегать этим влиянием нельзя.

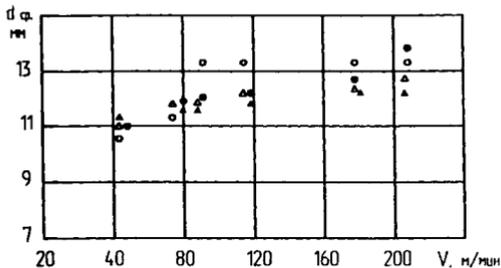


Рис. 3. Влияние скорости резания на величину среднего диаметра спирали стружки:  $\circ$  –  $S = 0,15$  мм/об;  $\star$  –  $S = 0,25$  мм/об;  $\Delta$  –  $S = 0,4$  мм/об;  $\square$  –  $S = 0,6$  мм/об. (обрабатываемый материал – сталь 30;  $t = 2$  мм)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент / В.С. Самойлов, Э.Ф. Эйхкюнс, В.А. Фальковский и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
2. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями – М.: Машиностроение, 1993. – 336 с.
3. Баранчиков В.И. Справочник конструктора-инструментальщика. – М.: Машиностроение, 1994. – 547 с.
4. Куфарев Г.Л., Океанов К.Б., Говорухин В.А. Стружкообразование и качество обработанной поверхности при несвободном резании – Фрунзе: Мектеп, 1970. – 170 с.

УДК 621.914.6

В. В. Сяборов, В. С. Мисевич

### РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОЗАХОДНЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗ

Витебский государственный технологический университет  
Витебск, Беларусь

В связи с повышением качества зубофрезерных станков, в которых используются электронные кинематические связи, намечается тенденция к расширению многозаходных червячных фрез, однако оценка их эффективности отсут-

Сравнение эффективности многозаходных и однозаходных фрез на первом этапе исследований ведется в предположении, что материал и конструкция фрез одинаковы (кроме числа заходов). Рассматривается обработка с радиальной подачей.

Определим условия, при которых повышение производительности от увеличения числа заходов не приводит к снижению стойкости фрез. Для этого воспользуемся зависимостью максимальной толщины срезаемого слоя  $a_z$  от параметров обработки, которая получена нами на основании анализа схемы резания при зубофрезеровании

$$a_z = \frac{\pi \cdot m \cdot k_f}{Z_f} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \delta}{R}}, \quad (1)$$

где  $m$  – модуль обрабатываемого зубчатого колеса;  $k_f$  – число заходов червячной фрезы;  $Z_f$  – число режущих реек фрезы;  $\delta$  – величина слоя, набегающего на зуб фрезы;  $R$  – радиус делительной окружности колеса. При обработке с радиальной подачей  $S_p$  можно принять  $\delta = S_p$ .

Осевая подача при зубофрезеровании является установочной, а не рабочей в ее обычном понимании [4]. Поэтому для установления связи между рабочей подачей в классическом понимании и толщиной срезаемого слоя  $a_z$  воспользуемся зависимостями для определения стойкости при фрезеровании торцовыми фрезами из быстрорежущей стали. Толщина среза и подача здесь пропорциональны, поэтому отношение стойкостей однозаходной и многозаходной фрез можно выразить следующей формулой:

$$K_a = \left( \frac{a_z^1}{a_z^k} \right)^y, \quad (2)$$

где  $y$  – показатель степени влияния подачи при фрезеровании на стойкость фрезы;  $l$ ,  $k$  – верхние индексы, относящиеся соответственно к однозаходной и многозаходной фрезе. С повышением толщины среза увеличивается производительность, но уменьшается стойкость фрезы, что и учитывается коэффициентом (2).

При зубофрезеровании наиболее нагруженным является зуб фрезы, срезающий слой толщины меньшей максимальной, но большей длины. Однако при определении отношений стойкости может быть взята толщина слоя  $a_z$ , определяемая зависимостью (1). Поэтому подставим в формулу (2) выражение (1) и учитывая, что для однозаходной фрезы  $k_f=1$ , а для многозаходной –  $k_f=k$ , получим

$$K_a = \left( \frac{\frac{\pi \cdot m \cdot 1}{Z_f} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot S_p^1}{R}}}{\frac{\pi \cdot m \cdot k}{Z_f} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot S_p^k}{R}}} \right)^y = \left( \frac{1}{k} \cdot \sqrt{\frac{S_p^1}{S_p^k}} \right)^y. \quad (3)$$

Кроме режимов, учитываемых в (3), на стойкость влияет число передвижек, зависящих от длины зоны контакта фрезы и заготовки, которая определяется по формуле

$$l_k = \sqrt{2 \cdot R \cdot S_p}. \quad (4)$$

Определим отношение числа передвижек для многозаходной и однозаходной фрез. Для упрощения расчетов примем передвижку фрезы равной длине зоны контакта фрезы и заготовки  $l_k$ . При этом увеличение длины передвижки приведет к потере суммарной стойкости фрезы между переточками. Оптимизировав величину передвижки фрезы, можно получить прирост ее стойкости. Числа передвижек определяются из выражений

$$N_1 = \frac{L_{pv}}{l_k^1}, \quad N_k = \frac{L_{pv}}{l_k^k}, \quad (5)$$

где  $L_{pv}$  – длина режущей части червячной фрезы. Обозначим  $K_{nep} = \frac{N_k}{N_1}$ , тогда с учетом формул (4) и (5) получаем

$$K_{nep} = \frac{L_{pv} \sqrt{2 \cdot R \cdot S_p^1}}{L_{pv} \sqrt{2 \cdot R \cdot S_p^k}} = \sqrt{\frac{S_p^1}{S_p^k}}. \quad (6)$$

Кроме режимов и числа передвижек на стойкость червячной фрезы влияет объем припуска, снимаемого каждым заходом. Коэффициент отношения объема снимаемого припуска

$$K_{np} = \frac{V_1}{V_k} = \frac{V_{an} \cdot z}{V_{an} \frac{z}{k}} = k, \quad (7)$$

где  $V_{an}$  – объем впадины зуба колеса.

Общий коэффициент отношения стойкостей многозаходной и однозаходной червячных фрез с учетом формул (3), (6) и (7) равен

$$K_{cm} = K_a \cdot K_{nep} K_{np} = \left( \frac{1}{k} \cdot \sqrt{\frac{S_p^1}{S_p^k}} \right) \cdot \sqrt{\frac{S_p^1}{S_p^k}} \cdot k = k^{1-y} \cdot \left( \frac{S_p^1}{S_p^k} \right)^{\frac{1+y}{2}}. \quad (8)$$

На дальнейших этапах исследований отклонения от принятых условий будут учитываться с помощью соответствующих коэффициентов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Полученная формула (8) позволяет с учетом режимов, материала инструмента и числа заходов определять оптимальное соотношение параметров обработки при зубофрезеровании, дающее наивысшую стойкость.

2. Очевидно, что только комплексное назначение этих параметров может дать наибольший эффект. В частности, назначение неправильной величины передвижки ведет к потере эффективности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лейн А.М., Эйдинов М.М., Элькун Л.Я. Конструирование и применение многозаходных червячных фрез // Станки и инструмент.– 1977.– № 4.– С. 20–22.
2. Снегирев А.И. Анализ возможности повышения производительности зубофрезерования увеличением числа заходов фрезы // Вестник машиностроения.– 1992.– № 1.– С. 39–40.
3. Настасенко В.А. Дополнительный анализ возможности повышения производительности зубофрезерования увеличением числа заходов фрезы // Вестник машиностроения.– 1996.– № 1.– С. 38–40.
4. Лашнев С.И., Юликов М.И. Проектирование режущей части инструмента с применением ЭВМ.– М.: Машиностроение, 1980.– 180 с.

УДК 621.923.04:621.922.8

Д. Ф. Устинович

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ СТАЛИ УВ ПОЛИМЕРНО-АБРАЗИВНЫМИ ВОЛОКОННЫМИ КОМПОЗИТАМИ

*Физико-технический институт НАН Беларуси  
Минск, Беларусь*

Современный уровень развития машиностроения ставит задачу создания новых и совершенствования существующих процессов обработки материалов, обеспечивающих требуемые эксплуатационные показатели деталей машин и механизмов.

Одним из направлений интенсификации процессов финишной обработки металлов и сплавов является использование форсированных режимов резания, что сопровождается возрастанием теплонапряженности процесса и повышением температуры в зоне резания. Следствием этого является возникновение в поверхностном слое деталей прижогов, микротрещин, растягивающих остаточных напряжений, вызывающих снижение его физико-механических характеристик.

Метод обработки полимерно-абразивными волоконными композитами (ПАВК) характеризуется «мягкими» режимами силового и температурного воздействия на обрабатываемую поверхность, позволяет расширить возможности финишных технологий и повысить качество обработки [1, 2]. В условиях постоянно возрастающих требований к качеству изделий машиностроения исследование особенностей данной операции имеет важное практическое значение.

Были проведены исследования влияния отдельных технологических факторов обработки полимерно-абразивными волоконными композитами на основные харак-