

Сопротивление пылеосадителя скомпанованного из нескольких последовательно расположенных камер определится пропорционально их количеству, т.е. при 12 секциях

Настоящая методика позволяет определить основные режимно-конструктивные параметры винтовых горизонтальных пылеосадителей (ШП).

Литература

1. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. - М.: Стройиздат, 1974. - 207 с.
2. Калинушкин М.П. Вентиляционные установки. - М.: Высшая школа, 1979. - 223 с.

УДК 621.914.6

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОТНОШЕНИЯ СТОЙКОСТЕЙ МНОГОЗАХОДНОЙ И ОДНОЗАХОДНОЙ ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗ

Сюбаров В.В., Мисевич В.С.

В последнее время намечается тенденция к расширению применения многозаходных червячных фрез в связи с повышением крутильной жесткости и кинематической точности зубофрезерных станков, в которых используются электронные кинематические связи. Однако препятствием для более широкого и более эффективного применения таких фрез является отсутствие четкой связи между числом заходов и стойкостью фрез при необходимом уровне производительности, что следует из анализа литературы [1-3].

Целью нашей работы является получение математических зависимостей, с помощью которых можно сравнить стойкость многозаходных и однозаходных червячных фрез, а также определение условий, при которых применение многозаходных фрез обеспечивает необходимую стойкость при ожидаемом увеличении производительности. Сравнение стойкости фрез ведется в предположении, что их материал и конструкция одинаковы, а изменяется лишь число заходов.

Воспользуемся зависимостью максимальной толщины срезаемого слоя a_z от параметров обработки, которая получена нами на основании анализа схемы резания при зубофрезеровании:

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

где m -- модуль обрабатываемого зубчатого колеса; k -- число заходов червячной фрезы; Z_f -- число режущих реек фрезы; δ -- величина слоя припуска, набегавшего на зуб фрезы при вращении колеса; r -- радиус делительной окружности колеса. Максимальная толщина срезаемого слоя a_z находится около вершины угла профиля зуба фрезы.

Толщину слоя δ при обработке с радиальной подачей можно принять равной подаче s_p , а для осевой подачи зависимость между подачей и величиной δ , полученная из геометрических соотношений в схеме резания при зубофрезеровании, выглядит следующим образом

$$\delta = \frac{\left(\sqrt{2 R_f t_p - t_p^2} - s_o \right) \cdot s_o}{R_f - t_p}, \quad (2)$$

где R_f -- радиус червячной фрезы, t_p -- глубина резания, s_o -- осевая подача. Выражение для δ удобно представить моделью вида $\delta = K_s \cdot s_o$. Для стандартных фрез по ГОСТ 9324-80 класса точности А была получена регрессионная модель для δ :

$$\delta = 0.35 m^{0.5} \cdot s_o. \quad (3)$$

С учетом того, что $r = \frac{m \cdot z}{2}$, и с учетом выражения (3), зависимость для максимальной толщины срезаемого слоя при осевой подаче принимает вид

$$a_z = \frac{\pi \cdot m \cdot k}{Z_f} \sqrt{\frac{2 \cdot 0.35 m^{0.5} \cdot s_o}{\frac{m \cdot z}{2}}} = \frac{1.183 \pi \cdot k \cdot m^{0.75}}{Z_f} \sqrt{\frac{s_o}{z}} \quad (4)$$

Для установления связи между толщиной срезаемого слоя a_z и стойкостью червячной фрезы необходимо воспользоваться моделью стойкости, где a_z и подача пропорциональны. Такая модель соответствует фрезерованию торцовыми и цилиндрическими фрезами. Принимаем средний для каждой из этих моделей показатель степени при подаче $y = 1,6$, значение которого будет уточнено в планируемых нами экспериментах. С учетом этого, коэффициент отношения стойкостей многозаходных и однозаходных червячных фрез, зависящий от величины a_z , находится по формуле

$$K_a = \left(\frac{a_z^1}{a_z^k} \right)^{1.6}, \quad (5)$$

где 1, k -- верхние индексы, относящиеся соответственно к однозаходной и многозаходной фрезам.

Подставим в формулу (5) выражение (1) и получим для радиальной подачи коэффициент отношения стойкостей

$$K_{a-p} = \left(\frac{1}{k} \cdot \sqrt{\frac{s_p^1}{s_p^k}} \right)^{1.6}. \quad (6)$$

Для коэффициента $K_{a-p} = \left(\frac{1}{k} \cdot \sqrt{\frac{s_p^1}{s_p^k}} \right)^{1.6}$ отношения стойкостей при осевой подаче получается аналогичное выражение.

Кроме режимов, учитываемых в (6), на отношение стойкостей влияет число передвижек, зависящих от длины зоны контакта фрезы и заготовки, которая для радиальной подачи определяется по формуле

$$l_k = \sqrt{2 \cdot r \cdot \delta} = \sqrt{2 \cdot r \cdot s_p} \quad (7)$$

Определим отношение чисел передвижек для многозаходной и однозаходной фрез при радиальной подаче. Для упрощения расчетов примем передвижку фрезы равной длине зоны контакта фрезы и заготовки l_k . Тогда числа передвижек определяются из выражений

$$N_1 = \frac{L_{pc}}{l_k}, \quad N_k = \frac{L_{pc}}{l_k^k}, \quad (8)$$

где L_{pc} -- длина режущей части червячной фрезы. Обозначим коэффициент числа передвижек $K_{пер} = \frac{N_k}{N_1}$, тогда с учетом формул (7) и (8) получим

$$K_{пер} = \frac{L_{pc} \sqrt{2 \cdot r \cdot s_p^1}}{L_{pc} \sqrt{2 \cdot r \cdot s_p^k}} = \sqrt{\frac{s_p^1}{s_p^k}} \quad (9)$$

Кроме режимов и числа передвижек на стойкость многозаходной червячной фрезы влияет объем припуска, снимаемого каждым заходом. Коэффициент отношения объема снимаемого припуска, который получается с учетом того, что зуб многозаходной фрезы участвует в формообразовании в k раз меньшего числа зубьев колеса по сравнению с зубом однозаходной, и определяется как для осевой, так и для радиальной подачи, по формуле

$$K_{пр} = \frac{V_1}{V_k} = \frac{V_{en}}{V_{en} \frac{z}{k}} = k, \quad (10)$$

где V_{en} - объем впадины зуба колеса.

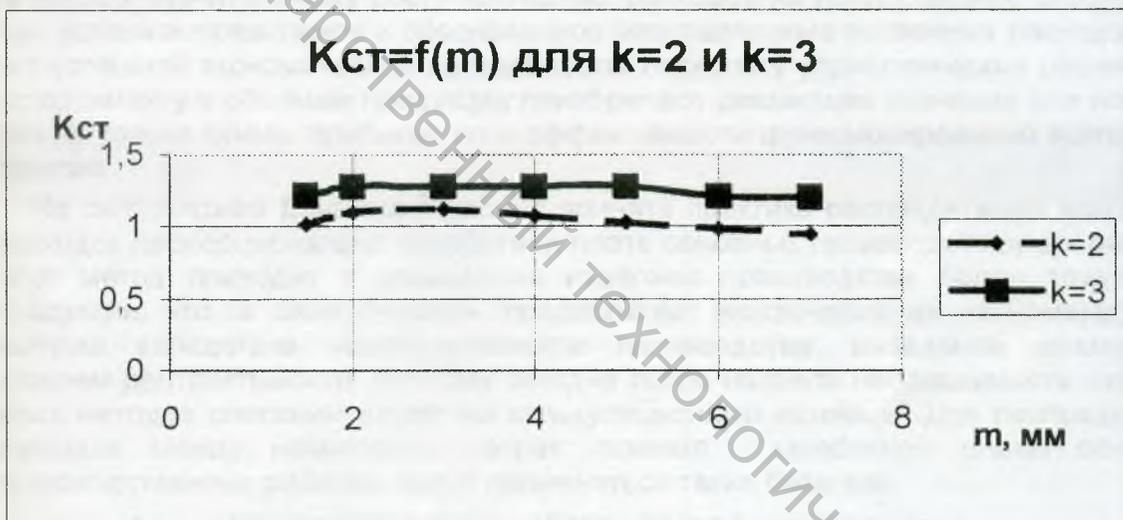
Общий коэффициент отношения стойкостей многозаходной и однозаходной червячных фрез с учетом формул (6), (9) и (10) равен произведению частных коэффициентов и для радиальной подачи определяется выражением

$$K_{cm_p} = K_a \cdot K_{nep} \quad K_{np} = \left(\frac{1}{k} \sqrt{\frac{s_p^1}{s_p^k}} \right)^{1.6} \cdot \sqrt{\frac{s_p^1}{s_p^k}} \quad k = k^{-0.6} \left(\frac{s_p^1}{s_p^k} \right)^{1.3} \quad (11)$$

Для коэффициента отношения стойкостей при осевой подаче, с учетом (5), получается такое же выражение

$$K_{cm_o} = k^{-0.6} \cdot \left(\frac{s_o^1}{s_o^k} \right)^{1.3} \quad (12)$$

Формула (12) показывает отношение стойкостей в колесах многозаходной и однозаходной червячных фрез. Если $K_{cm_o} > 1$, то стойкость многозаходной фрезы выше. Задавшись из [4, с. 585] значениями осевой подачи для однозаходных, двухзаходных и трехзаходных червячных фрез, с помощью формулы (12) можно получить значения коэффициента отношения стойкостей для различных модулей. Ниже приведены зависимости $K_{cm_o} = f(m)$ для $k=2$ и $k=3$.



Выводы:

1. Из полученных графиков следует, что отношение стойкостей многозаходной и однозаходной червячной фрезы зависит от модуля обрабатываемого колеса. Так у двухзаходной фрезы для $m = 1.5 - 5$ мм стойкость выше, чем у однозаходной, а для $m = 5 - 7$ мм – ниже. У трехзаходной фрезы стойкость выше на всем рассматриваемом промежутке модулей.
2. Значения показателей степеней в формулах (2) и (12) будут уточнены в результате экспериментов.

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.

