К достоинствам резонансного метода относятся: сравнительно большая скорость контроля, высокая надежность (достоверность) контроля, возможность применения в контроле изделий сложной формы.

УДК 621.762.4

Груша Ю.Г.

УГЛОВЫЕ И ЛИНЕЙНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОСТРОКОНЕЧНЫХ ЗУБЬЕВ ФРЕЗ

БНТУ, Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель: Молочко В.И.

Фрезы с остроконечными зубьями, то есть с зубьями, у которых задняя поверхность в плоскости перпендикулярной к оси имеет ломаную линию, являются наиболее распространенным видом фрез. Наиболее простым является трапецеидальный зуб.

Прочность зуба и пространство для размещения стружки, наряду с другими параметрами, характеризуются углами η и Θ, которые связаны между собой. Рассмотрим треугольник ABC. Угол ACK, как внешний, равен сумме углов BAC и ABC, т.е. ACK = η + ε . Угол BCD есть Θ и он равен углу ACK, следовательно Θ = η + ε , где $\varepsilon = \frac{360}{z}$ – угловой шаг, z – число зубьев фрезы.

Если зуб будет снабжен передним углом γ, то соотношение все равно не изменится. В этом можно убедиться. Рассмотрим треугольник ABC и DCE. Угол DCE, как внешний, равен

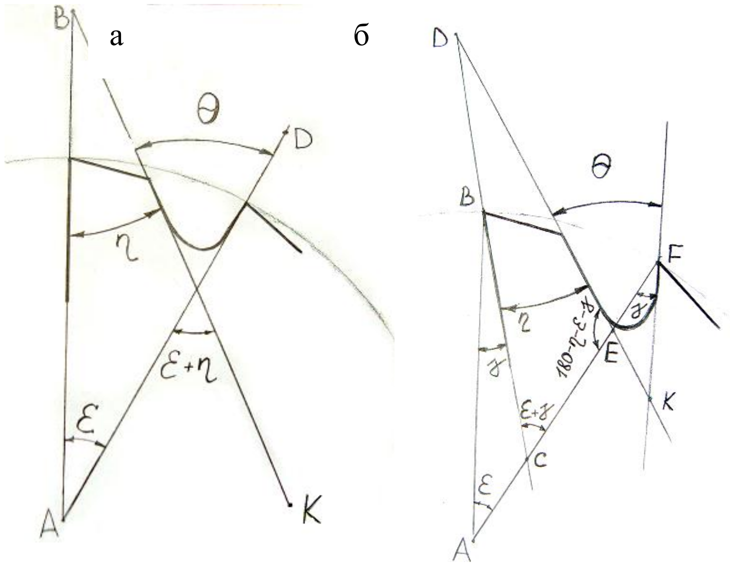

Рисунок 1 – Трапецеидальный зуб:
а – без угла γ; б – с углом γ

сумме углов γ и ε . Угол DEC равен углу FEK и равен η + ε + γ, но в то же время, с другой стороны он равен 180 – η – ε – γ. FKE – это угол Θ. Зная, что сумма углов равна 180˚ можно найти угол Θ из треугольника FKE

$$\Theta = 180 - 180 + \eta + \varepsilon + \gamma - \gamma = \eta + \varepsilon .$$

Таким образом, угол γ не влияет на соотношение углов Θ, η и ε.

Формула для определения угла Θ справедлива лишь тогда, когда режущие зубья параллельны оси фрезы. Для фрез с винтовыми зубьями угол η должен быть рассмотрен в плоскости NN, перпендикулярной к винтовым зубьям.

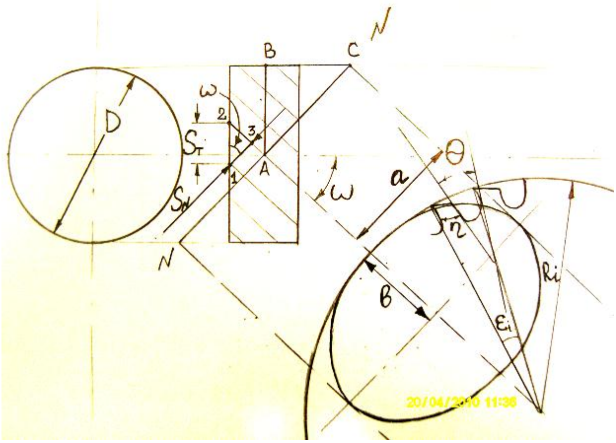

Рисунок 2 – Фреза с винтовыми зубьями

В этом случае $\eta = \Theta - \varepsilon_i$, где ε_i – угловой шаг, который равен шагу зубьев при приведенном их количестве.

Выведем формулу для определения идеального числа зубьев. Если функции $y = f(x)$ задана в параметрическом виде, то есть в виде $x = f_1(t)$; $y = f_2(t)$, то радиус кривизны может быть определен по формуле

$$R_i = \frac{\left(x'^2 + y'^2\right)^{3/2}}{|x'y'' - y'x''|} \tag{1}$$

Подставляя значения x', y', x'', y'' в формулу (1), и учитывая, что

$\cos t = \frac{x}{a}, \sin t = \frac{y}{b}$ получим:

$$R_i = \frac{\left(x'^2 + y'^2\right)^{3/2}}{|x'y'' - y'x''|} = \frac{\left(a^2\sin^2 t + b^2 cos^2 t\right)^{3/2}}{\left(-a\sin t \cdot (-b\sin t)\right) - \left(b\cos t \cdot (-a\cos t)\right)} =$$

$$= \frac{\left(a^2\sin^2 t + b^2 cos^2 t\right)^{3/2}}{ab \cdot \sin^2 t + ab \cdot \cos^2 t} = \frac{\left(a^2\sin^2 t + b^2 cos^2 t\right)^{3/2}}{ab} = \frac{\left(\frac{a^2 y^2}{b^2} + \frac{b^2 x^2}{a^2}\right)^{3/2}}{ab}$$

$$= \frac{\left(a^4 y^2 + b^4 x^2\right)^{3/2}}{a^4 b^4}$$

Найдем радиус кривизны для точки с координатами $(0;b)$:

$$\frac{\left(a^4 b^2\right)^{3/2}}{a^4 b^4} = \frac{a^2}{b}$$

Из треугольника ABC видно, что $b = R$, где R – радиус фрезы, $a = \frac{b}{\cos\omega} = \frac{R}{\cos\omega}$, следовательно $R_i = \frac{R^2}{\cos^2\omega \cdot R} = \frac{R}{\cos^2\omega}$.

Рассмотрим Δ123. Из Δ123 следует, что $S_N = S_T\cos\omega$. Здесь S_T и S_N – соответственно торцевой и нормальный шаг. Торцевой шаг можно найти, разделив длину окружности на число зубьев: $S_T = \frac{2\pi R}{Z}$. Для идеальной окружности число зубьев равно:

$$Z_i = \frac{2\pi R_i}{S_N} = \frac{2\pi R}{S_T \cdot \cos^3\omega} = \frac{2\pi RZ}{2\pi R\cos^3\omega} = \frac{Z}{\cos^3\omega}$$

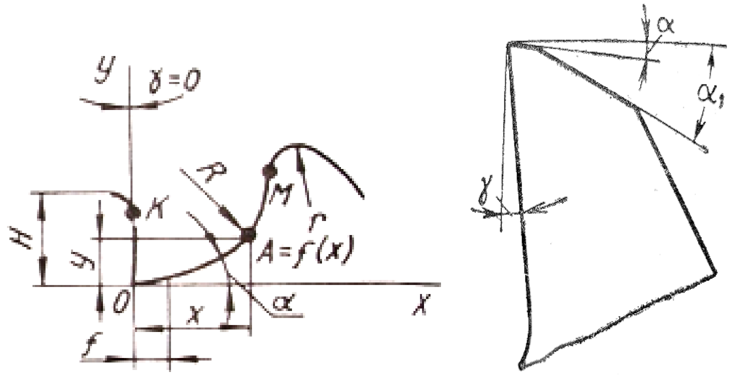

Рисунок 3 – Параболический и усиленный зубья

Особенностью параболического зуба является равнопрочность всех сечений, что достигается в том случае, когда напряжения в каждом сечении будут равны. Из курса сопротивления материалов известно, что напряжение в сечении балки равно $\sigma_u = \frac{M_{изг}}{W}$.

Рассмотрим положение в балки в защемлении и в произвольной точке А с координатами (x; y). Напряжение в положении защемления равно $\sigma = \frac{6 \cdot Pl}{ab^2}$, а в произвольной точке *A* $\sigma_A = \frac{6 \cdot Py}{ax^2}$. Приравняв эти два выражения получим:

$$\sigma = \frac{6 \cdot Pl}{ab^2} = \frac{6 \cdot Py}{ax^2}$$

$$y = x^2 \frac{l}{b^2}$$

Значения *l* и *b* постоянны, следовательно для того чтобы напряжения во всех сечениях зуба были одинаковы, необходимо чтобы задняя поверхность зуба имела параболическую форму.

Хотя параболическая форма зуба является рациональной, однако она сложна в изготовлении. Поэтому на практике чаще всего при тяжелых работах применяют фрезы с усиленным зубом (упрощенный вид параболического зуба). Задняя затылочная часть у этих зубьев образована двумя плоскостями, которые получают путем фрезерования двумя угловыми фрезами. В результате этого зуб по вершине оформляется под двумя углами: α – задний угол, α_1 – угол среза спинки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенченко, И.И. Проектирование металлорежущих инструментов / И.И. Семенченко, В.М. Матюшин, Г.Н. Сахаров. – М, 1962. – 950 с.

2. Ящерицын, П.И. Основы резания материалов и режущий инструмент / П.И. Ящерицын, М.Л. Еременко, Н.И. Жигалко. – Минск: Высшая школа, 1981. – 560 с.

УДК 621.5.041

Гурский Е.В.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ «УВНИПА-1-001» ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ АЛМАЗОПОДОБНОГО УГЛЕРОДНОГО ПОКРЫТИЯ НА ЛИТЕЙНЫЕ ФОРМЫ

БНТУ, Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель: Шахрай Л.И.

Литейные формы предназначены для изготовления изделий из пластмасс под давлением. Эксплуатационные характеристики форм определяются не только свойствами материала, из которого они изготовлены, но и свойствами поверхности, поскольку все процессы разрушения и износа начинаются с поверхности. Вследствие этого к рабочим поверхностям литейных форм предъявляют ряд требований: высокая твердость и износостойкость, низкий коэффициент трения, высокая ад-