

В целом, характер изменения плотности материала на основе кварца с ростом давления прессования соответствует современным представлениям о процессах прессования дискретных материалов. Уровень плотности спеченных образцов сопоставим с таковым для наиболее распространенных металлических пористых проницаемых порошковых материалов [2]. Требуемое давление прессования для получения пористых материалов на основе кварца может варьироваться в более широком диапазоне, чем в случае прессования металлических порошков. Сказанное, наряду с низкой стоимостью сырья на основе природного кварца, химической инертностью, экологической безопасностью, позволяет сделать заключение о перспективности исследуемого материала для практического применения.

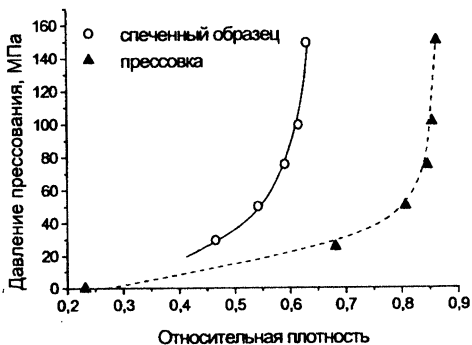


Рис. 1. Зависимости относительной плотности от давления прессования

ЛИТЕРАТУРА

1. Петюшик, Е.Е., Азаров, С.М., Дробыш, А.А. Шихта на основе природного кварца для получения спеченных фильтрующих элементов // Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь: Материалы междунар. научно-практ. конф. / Под общ. ред. Б.М. Хрусталева. — Мн.: УП «Технопринт», 21-22 октября 2004 г. — С. 286 – 291.
2. Витязь, П.А., Капцевич, В.М., Кусин, Р.А. Фильтрующие материалы: свойства, области применения, технология изготовления. — Мн.: НИИ ПМ с ОП, 1999. — 304 с.
3. Степаненко, А.В., Исаевич, Л.А., Харлан, В.Е. Обработка давлением порошковых сред. — Мн.: Навука і тэхніка, 1993. — 167 с.

УДК 621.914.2

Евдокимович О.В.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАДНЕГО УГЛА ЗАТЫЛОВАННОГО ЗУБА ФАСОННОЙ ФРЕЗЫ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель - канд. техн. наук профессор Молочко В.И.

Задние поверхности зубьев дисковых фасонных фрез с целью обеспечения требований постоянства высоты профиля в любом радиальном сече-

нии (при условии, что переточка производится по передней поверхности) и постоянства заднего угла в любой точке задней поверхности должны иметь криволинейный профиль. В качестве такого профиля используют логарифмическую спираль или спираль Архимеда.

Выясним диапазон изменения заднего угла во всех точках задней поверхности зуба фрезы при затыловании его по логарифмической спирали.

Уравнение логарифмической спирали имеет вид

$$\rho = a \cdot e^{m \cdot \theta}, \quad (1)$$

где ρ - текущий радиус-вектор; θ - текущий угол поворота радиус-вектора ρ (полярный угол), рад; a и m - постоянные величины.

Максимальный радиус-вектор зуба фрезы

$$\rho_{\max} = 0,5D_{\text{фр}},$$

где $D_{\text{фр}}$ - диаметр фасонной фрезы.

Уравнение логарифмической спирали для зуба фрезы может быть выражено через угол $\psi = \theta_{\max} - \theta$:

$$\rho = a \cdot e^{m(\theta_{\max} - \psi)}. \quad (2)$$

При $\psi = 0$ получаем $\rho_{\psi=0} = \rho_{\max} = a \cdot e^{m\theta_{\max}}$; тогда уравнение (2) можно записать в виде

$$\rho = a \cdot e^{m\theta_{\max}} \cdot e^{-m\psi} = \rho_{\max} \cdot e^{-m\psi}. \quad (3)$$

Зная, что $\text{tg}\alpha = \frac{\rho'}{\rho}$, получим

$$\text{tg}\alpha = \frac{-m \cdot \rho_{\max} \cdot e^{-m\psi}}{\rho_{\max} \cdot e^{-m\psi}} = -m = \text{const}. \quad (4)$$

Из уравнения (4) видно, что логарифмическая спираль дает возможность сохранить постоянство заднего угла в точках профиля, расположенных у наружного диаметра фрезы.

Для конхоиды логарифмической спирали, отстоящей от основной кривой на расстоянии h , уравнение будет иметь вид

$$\rho_k = \rho - h = \rho_{\max} \cdot e^{-m\psi} - h. \quad (5)$$

Тогда

$$\text{tg}\alpha = \frac{\rho_k'}{\rho_k} = \frac{\rho_{\max} \cdot m \cdot e^{-m\psi}}{\rho_{\max} \cdot e^{-m\psi} - h} = \frac{-m}{1 - \frac{h}{\rho_{\max} \cdot e^{-m\psi}}} = \frac{\text{tg}\alpha}{1 - \frac{2h}{D_{\text{фр}}} \cdot e^{\psi \cdot \text{tg}\alpha}}. \quad (6)$$

Из формулы (6) видно, что в данном случае постоянство угла α не обеспечивается.

Если принять размеры дисковой фасонной фрезы в соответствии с данными [1,2], то тогда $h=9.51$ мм, $D_{\text{до}} = 80$ мм, $\alpha=13^\circ$, $\varepsilon=30^\circ$, и расчет по формуле

формуле (6) дает при изменении ψ от 0 до $\frac{\varepsilon}{2}$ изменение α_k от $16,8^\circ$ до $17,1^\circ$.

Таким образом с увеличением угла ψ угол α увеличивается. Предельная разность (при $\psi_{\max} = \frac{\varepsilon}{2} = \frac{\pi}{12}$) $\Delta\alpha = \alpha_{k\max} - \alpha = 17,1 - 13 = 4,1^\circ$.

При затыловании зуба фрезы по спирали Архимеда уравнение задней поверхности по наружному контуру может быть также выражено через угол ψ . Тогда

$$\rho = b \cdot (\theta_{\max} - \psi) = b \cdot \theta_{\max} - b \cdot \psi = \rho_{\max} - b \cdot \psi, \quad (7)$$

и

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\rho'}{\rho} = \frac{-b}{\rho_{\max} - b \cdot \psi}. \quad (8)$$

Для нахождения постоянной b уравнение (7) представим в виде

$$\rho_{\max} - \rho = b \cdot \psi. \quad (9)$$

При $\psi = \varepsilon$ $\rho_{\max} - \rho = k$; тогда

$$b = \frac{k}{\varepsilon} = \frac{z \cdot k}{2 \cdot \pi}. \quad (10)$$

Здесь k – коэффициент затылования, определяемый из условия

$$k = \frac{\pi \cdot D_{\text{до}}}{z} \operatorname{tg} \alpha, \quad (11)$$

где z – число зубьев; α – заданный задний угол. Диапазон изменения угла α при изменении ψ от 0 до $\frac{\varepsilon}{2} = \frac{\pi}{12}$ представлен в табл. 1.

Таблица 1

Ψ , рад	0	$\frac{\pi}{60}$	$\frac{\pi}{30}$	$\frac{\pi}{20}$	$\frac{\pi}{15}$	$\frac{\pi}{12}$
α_k , °	13.4	13.6	13.8	13.9	14:1	14.3

Уравнение конхонды, отстоящей от основной кривой на расстоянии h , в данном случае имеет вид

$$\rho_k = \rho - h = \rho_{\max} - h - b \cdot \psi. \quad (12)$$

Тогда

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\rho'}{\rho} = \frac{-b}{\rho_{\max} - h - b \cdot \psi}. \quad (13)$$

Следовательно, при изменении ψ от 0 до $\frac{\varepsilon}{2}$ угол α изменяется от

$$\alpha_{\min} = \operatorname{arctg} \left(\frac{-b}{\rho_{\max} - h} \right), \quad (14)$$

до

$$\alpha_{\max} = \operatorname{arctg} \left(\frac{-b}{\rho_{\max} - h - b \cdot \psi} \right) = \operatorname{arctg} \left(\frac{-b}{\rho_{\max} - h - b \cdot \frac{\varepsilon}{2}} \right). \quad (15)$$

Диапазон изменения угла α_k при изменении ψ от 0 до $\frac{\varepsilon}{2} = \frac{\pi}{12}$ представлен в табл. 2.

Данные табл. 1 и 2 дают возможность утверждать, что задние углы α и α_k не постоянны и увеличиваются с увеличением угла ψ . Предельная разность (при $\psi_{\max} = \frac{\varepsilon}{2} = \frac{\pi}{12}$) $\Delta\alpha = \alpha_{k\max} - \alpha_{\min} = 18.8 - 13.4 = 5.4^\circ$.

Таблица 2

Ψ , рад	0	$\frac{\pi}{60}$	$\frac{\pi}{30}$	$\frac{\pi}{20}$	$\frac{\pi}{15}$	$\frac{\pi}{12}$
α_k , °	17.4	17.7	17.9	18.2	18.5	18.8

Как показывают результаты расчета, при затыловании зубьев по логарифмической спирали наблюдается меньшее изменение угла α . Но так как логарифмическая спираль сложна в изготовлении, в качестве основной кривой для затылования задней поверхности зубьев фасонных фрез принята спираль Архимеда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фрайдфельд, И.А. Расчеты и конструкции специального металло-режущего инструмента. – М. – Л., 1959.
2. Нефедов, Н.А., Осипов, К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М., 1976.

УДК 621.793

Койда С.Г.

ВНУТРИКАМЕРНАЯ ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель преподаватель Голушко В.М.

Исследовано влияние угла установки стеклянных изделий при идентичных режимах ионной полировки на изменение исходной шероховатости (Ra)