

**ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ**

УДК 621.9.01

**РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИИ ЗУБА ДВУХУГЛОВОЙ ФРЕЗЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ  
СТРУЖЕЧНЫХ КАНАВОК**

*Самсонов Владимир Алексеевич, к.т.н, профессор КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66 e-mail: [aebrat@mail.ru](mailto:aebrat@mail.ru)*

Цель статьи – Разработка рекомендаций по расчёту геометрии профиля зуба двухугольной дисковой фрезы для обработки стружечных канавок вместо использования более сложных по конструкции дисковых фасонных фрез.

**Ключевые слова:** двухугольная фреза, винтовые стружечные канавки, форма зуба, форма стружечной канавки, углы наклона дна стружечных канавок зубьев, фрезерование.

**CALCULATION OF TOOTH GEOMETRY TWO CORNER MILLS FOR  
PROCESSING CHIP FLUTES**

*Samsonov Vladimir, PhD, professor of KSTU. I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044 Bishkek, etc. Aitmatov, 66 e-mail. [aebrat@mail.ru](mailto:aebrat@mail.ru)*

The purpose of the article - Development of recommendations on the calculation of the profile of the tooth geometry of a two-headed disc mills for processing of flutes instead of using the more complex designs disk shaped cutters.

**Keywords:** two corner milling, spiral chip fluootes, tooth shape, the shape of the chip groove, the bottom of the tilt angles of flutes teeth milling.

Стандартные конструкции цилиндрических и концевых фрез из быстрорежущей стали имеют зубья с криволинейной спинкой. Для изготовления этих фрез в условиях инструментальных цехов машиностроительных заводов вместо фасонных дисковых фрез для получения стружечных канавок обычно используются двухугольные дисковые фрезы, которые проще в изготовлении и могут использоваться не только для одного типоразмера концевых и цилиндрических фрез.

Угол при вершине зубьев у двухугольных фрез  $\xi_f$  устанавливается на основании результатов расчёта приведенного угла впадины стружечной канавки  $\xi_n$  [1]. Формула нормального сечения, получаемая после фрезерования двухугольной дисковой фрезой с прямолинейными сторонами зуба для случая винтовой стружечной канавки получается сложной формы с криволинейными сторонами (Рис. 1).

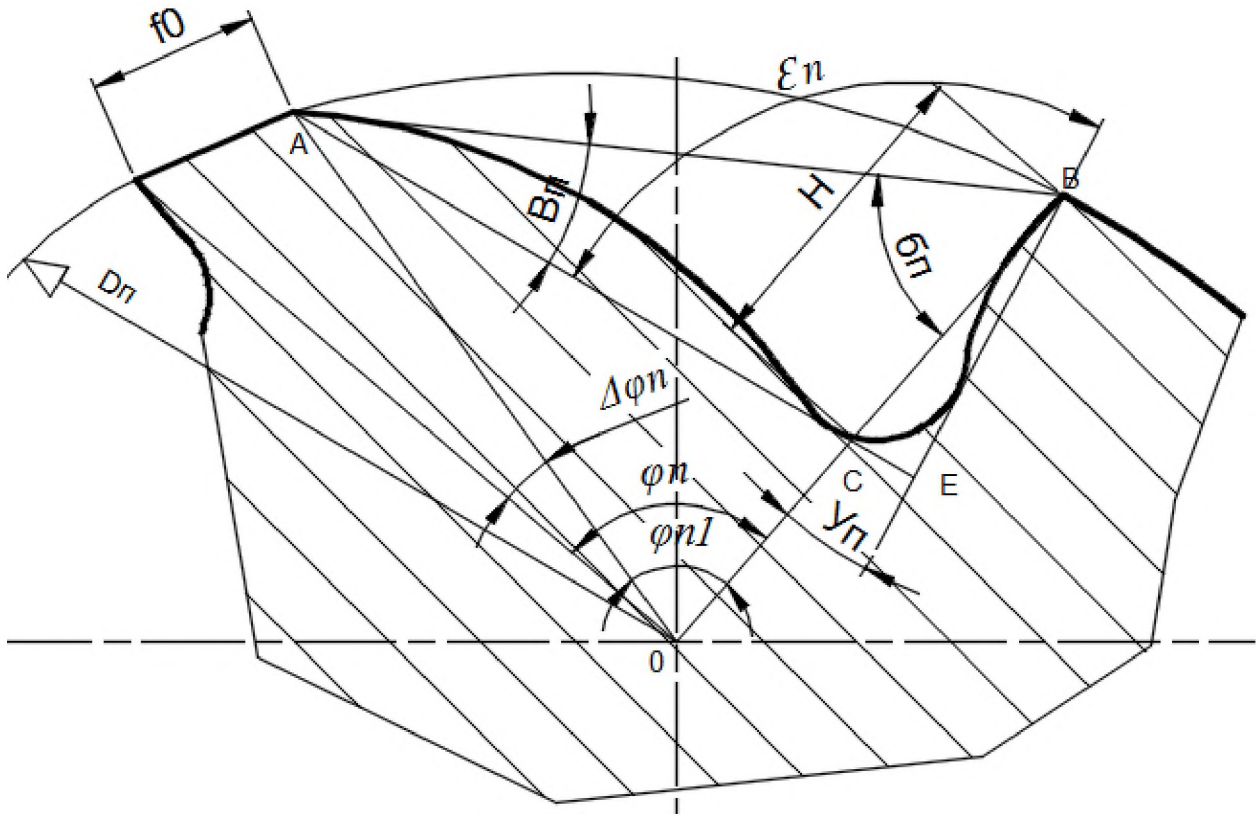


Рис. 1

Параметры стружечной впадины определяются так называемыми значениями приведённых величин наружного диаметра  $D_p$  и приведённого количества зубьев  $Z_p$ . На Рис.2 показана схема объясняющая формулы для расчёта величин  $D_p$  и  $Z_p$  на примере концевой фрезы.

Нормальное сечение фрезы образует эллипс с полуосями  $a = \frac{R}{\cos \omega}$  и  $b = R$ .

Приведенный радиус кривизны наружной поверхности в точке 1 на вершине зуба  $R_p$  равен радиусу кривизны  $\rho$  эллипса в точке 1.

Радиус кривизны в любой точке эллипса :

$$\rho = a^2 * b^2 \left( \frac{x^2}{a^4} + \frac{y^2}{b^4} \right)^{1.5}$$

Для точки 1  $x=0$ ;  $y=b$ ; и  $\rho = \frac{a^2}{b} = R_p$

$$R_p = \frac{R}{\cos^2 \omega} \text{ и } D_p = \frac{D \phi}{\cos^2 \omega}$$

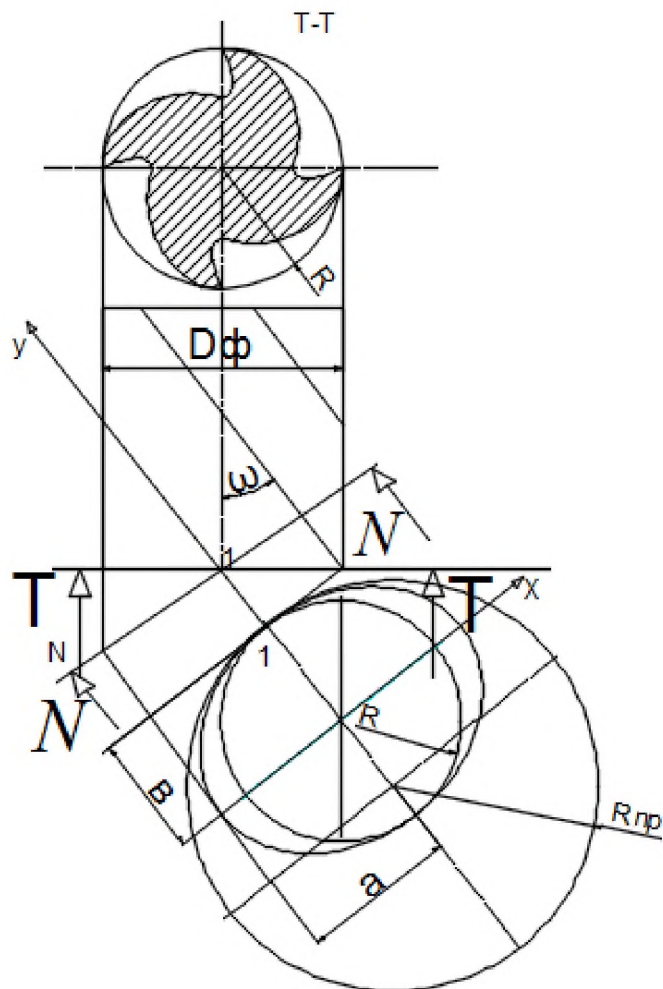


Рис.2

Где  $\omega$ - угол наклона винтовой канавки фрезы. Шаг зубьев в торцевом сечений  $\rho = \frac{2\pi R n}{z}$ , а в нормальном сечений  $\rho_n = \frac{2\pi R n}{z_n}$ .

После подстановки и преобразований получаем:

$$z_n = \frac{z}{\cos^3 \omega}$$

Для расчёта приведенного угла профиля нормального сечения  $\epsilon_n$  винтовой канавки (Рис.1) можно записать :

$$\varphi_n = \frac{360}{z_n}; \Delta \varphi_n = 2 \arcsin \frac{f_n}{D_n}$$

Где  $f_n$ - ширина фаски на вершине зуба в нормальном сечений предназначенная для образования задней поверхности зуба.

$$\varphi_{1n} = \varphi_n - \Delta \varphi_n; \sigma_n = 90^\circ - \frac{\varphi_{1n}}{2}$$

$$(AB)_n = D_n * \sin \frac{\varphi_{1n}}{2}$$

Из косоугольного треугольника ABC

$$(AC)_n = \sqrt{(AB)_n^2 + H^2 - 2(AB)_n * H \cos \sigma_n}$$

$$\beta_n = \arcsin \frac{H \sin \sigma_n}{(AC)_n}$$

Из треугольника ABE имеет  $\epsilon_n = 180 - \beta_n - \sigma_n - \gamma_n$

где  $\gamma_n$ - передний угол зуба в нормальном сечении.

После расчёта величины  $\epsilon_n$  выбирается ближайшее значение  $\epsilon_\phi$  и такая фреза используется для обработки данной канавки.

Технические условия ТУ2-035-536-78 рекомендуют использовать следующий ряд углов  $\epsilon_{\phi} = 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90$  и  $100$ . Полученная при этом форма стружечной канавки мало отличается от стандартной формы, причём поскольку канавки винтовые затылок зуба после фрезерования получается выпукло-криволинейным (рис. 1).

При изготовлении двухугловой фрезы приходится рассчитывать углы наклона дна стружечных канавок зубьев  $\beta_1$  и  $\beta_2$  справа и слева от вершины (рис. 3). Использование рассчитанных углов  $\beta_1$  и  $\beta_2$  необходимо чтобы обеспечить постоянство ширины фаски, затачиваемой под задним углом на вершине зубьев.

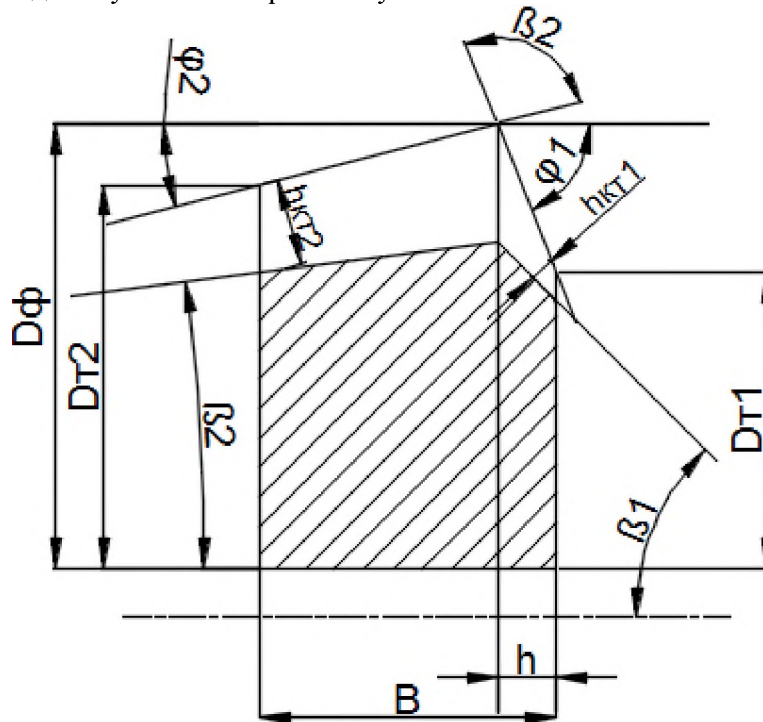


Рис. 3

Для расчета углов  $\beta$  может быть использована методика, предложенная И.И. Семенченко для расчета углов наклона дна стружечных канавок на конических зенковках [2].

Ниже приведен порядок расчета углов  $\beta_1$  и  $\beta_2$  (рис. 3). По ТУ 2-035-536-76 рекомендуется использовать количество зубьев фрезы  $Z=12$  и угол наклона  $f_1=75^\circ$

Для правой стороны профиля зуба:

$$\beta_1 = B_1 - C_1$$

$$B_1 = \arctg(\cos\omega * \operatorname{tg}\varphi_1),$$

$$\text{где } \omega = \frac{360^\circ}{z};$$

$$C_1 = \arcsin(\sin B_1 * \operatorname{tg}\omega * \operatorname{ctg}\epsilon_k)$$

где  $\epsilon_k$ -угол впадины стружечной канавки

$$\epsilon_k = \omega + \eta$$

где  $\eta$ -угол заострения зуба; для обеспечения прочности зуба рекомендуется этот угол устанавливать  $\eta \geq 30^\circ$ , обычно при расчете принимают  $\eta = 35^\circ$

Для левой стороны профиля зуба:

$$\beta_2 = B_2 - C_2$$

$$B_2 = \arctg(\cos\omega * \operatorname{tg}\varphi_2),$$

где  $\varphi_2 = 180^\circ - \varphi_1 - \epsilon_{\phi}$

$$C_2 = \arcsin(\sin B_2 * \operatorname{tg}\omega * \operatorname{ctg}\epsilon_k)$$

На рис. 4 показан пример конструкции двухугловой фрезы для фрезерования винтовых стружечных канавок на цилиндрических и концевых фрезях.

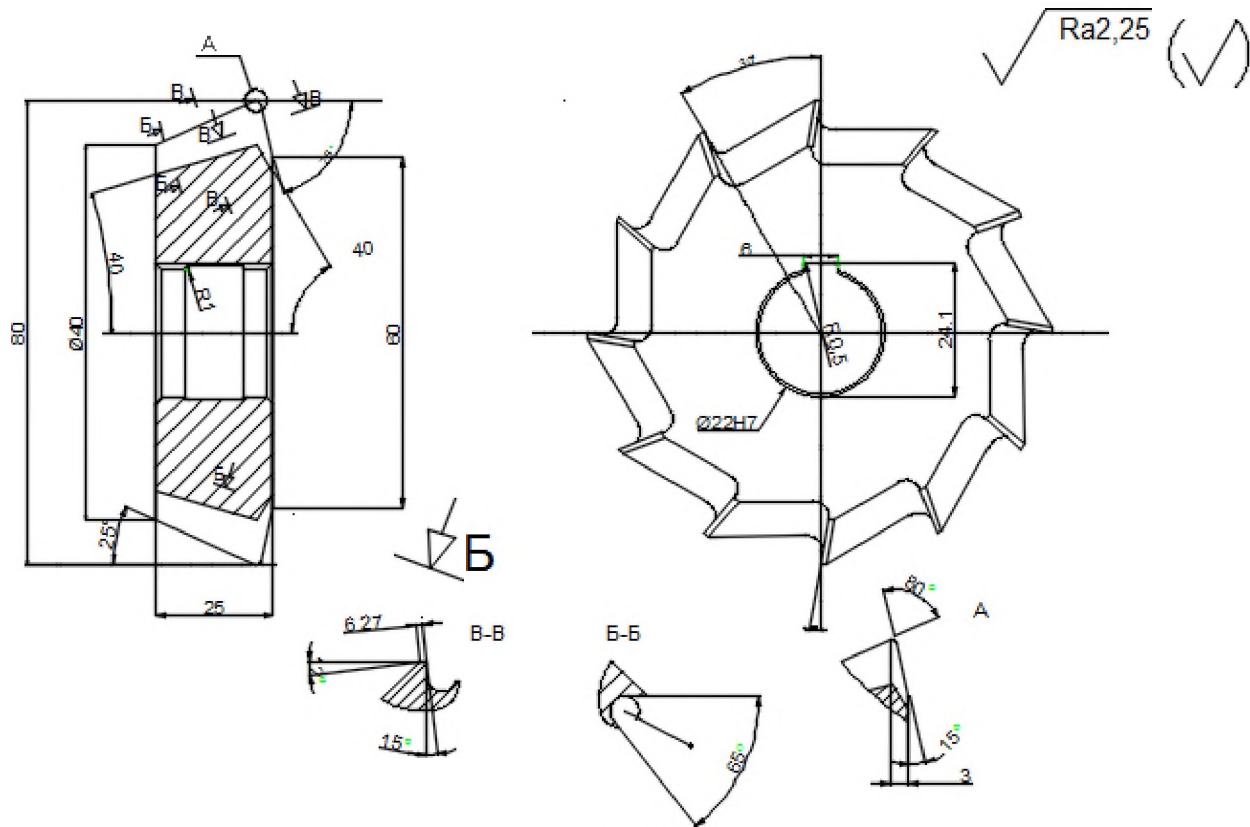


Рис. 4

Вывод: Приведенный расчет геометрии зубьев двухугловых фрез позволяет их использование для формообразования стружечных канавок по форме мало отличающихся от их стандартной формы, получаемой с помощью более дорогих специальных дисковых фасонных фрез.

#### Список литературы

1. Даниленко Б.Д., Баландин А.Д. Анализ возможностей оптимизации методов получения стружечных канавок на цилиндрических фрезах. Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана. – М.:2014, №8
2. Семенченко И.И. и др. Проектирование металлорежущих инструментов. –М.: Машгиз, 1962, 650 с.