

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ РАБОТА

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ ЗУБА ДИСКОВОЙ ФРЕЗЫ ДЛЯ КАНАВКИ СВЕРЛА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО КУРСУ

#### «ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА»

*Доц. Н. П. МАЛЕВСКИЙ, канд. техн. наук, доц. Б. Д. ДАНИЛЕНКО*

*Приведено описание подготовки исходных данных и порядка построения профиля зуба специальной фасонной фрезы для получения винтовых стружечных канавок на спиральных сверлах. Методика может использоваться при выполнении курсового проекта по курсу «Основы проектирования специальных видов режущего инструмента» при подготовке магистров и специалистов по специальности 121300.*

В рамках подготовки магистров и специалистов по специальности 121300 при выполнении курсового проекта по курсу «Основы проектирования специальных видов режущего инструмента» студентам предлагается разработать конструкцию специальной фасонной фрезы для образования стружечных канавок на спиральных сверлах. На одном из листов проекта студенты должны графоаналитическим методом определить профиль зуба такой фрезы.

Одним из методов профилирования фасонных фрез для получения стружечных канавок на спиральных сверлах является метод, разработанный в МГТУ им. Н.Э. Баумана и используемый в учебном процессе. При этом методе профилирования винтовая поверхность канавки сверла задается двумя образующими прямыми [1]. Метод позволяет определить профиль зуба дискового инструмента (фасонная фреза, профилированный абразивный круг) для точного образования стружечной канавки.

Исходными данными для профилирования являются основные конструктивные параметры сверла: диаметр сверла  $d$ , диаметр сердцевины сверла  $d_c$ , угол наклона винтовых канавок  $\omega$ , угол при вершине сверла  $2\varphi$ , толщина зуба сверла в нормальном сечении  $B$  и диаметр сверла по спинкам зуба  $q$ . Эти параметры определяются ГОСТом 4010-77.

При выполнении курсового проекта вместо стандартных значений конструктивных параметров допускается использовать значения этих параметров, вычисленные по приближенным эмпирическим формулам:

$$\begin{aligned} d_c &= 0,16d^{0,96}, \text{ мм} \\ q &= 0,874d^{1,022}, \text{ мм} \\ \omega &= 24,5d^{0,07}, \text{ град} \\ B &= 0,61d^{0,98}, \text{ мм} \end{aligned} \quad (1)$$

Предложенный метод задания винтовых стружечных канавок двумя образующими прямыми описан в работах [1, 2]

Для построения профиля канавки сверла необходимо знать положение главной образующей прямой  $Oa_0$ , характеризуемое углом  $\varphi_A$ , и положение вспомогательной образующей прямой  $Ob_0$ , характеризуемое углом  $\varphi_B$  (рис.1).

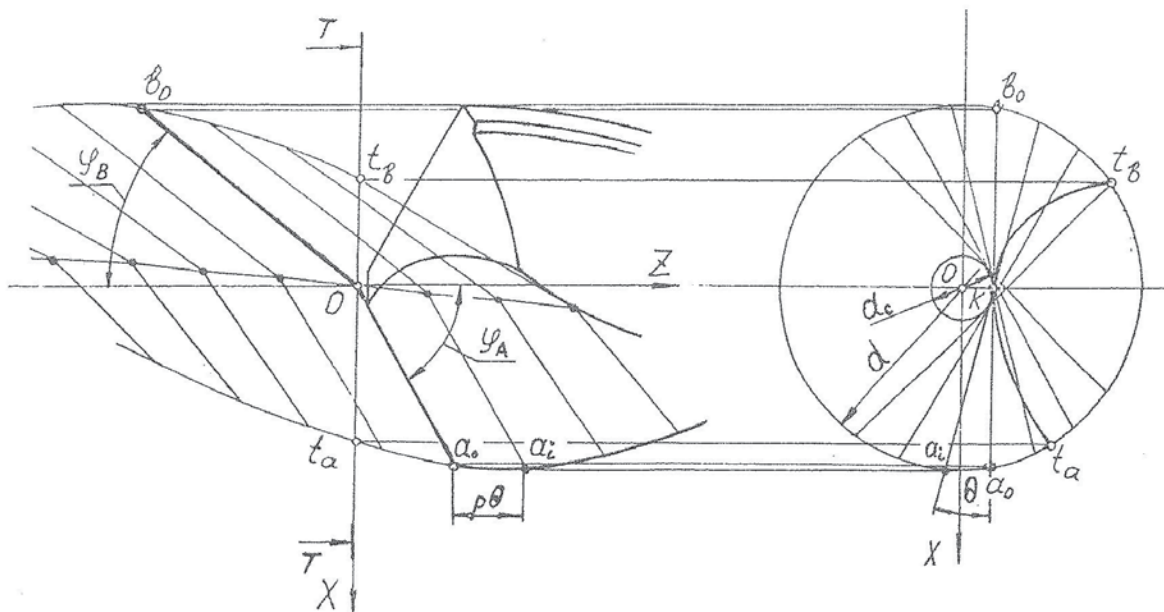


Рис.1

Положение главной образующей определяется необходимостью получения формы главного режущего лезвия сверла максимально близкой к прямолинейной, и поэтому угол  $\varphi_A$  в первом приближении принимается равным главному углу в плане сверла  $\varphi$  (рис.1). На рис.1 показаны последовательные положения образующих прямых при повороте плоскости, в которой они расположены, на угол  $\theta$ , и перемещение их в направлении оси на величину  $p\theta$  (угол  $\theta$  - в радианах;  $p$  - винтовой параметр, равный  $p = \frac{d}{2\operatorname{tg}\omega}$ ) [2].

Видно, что одно из положений главной образующей совпадает с главным режущим лезвием, что и определяет предварительный выбор угла  $\varphi_A$ . У стандартных сверл этот угол обычно равен  $\varphi = 59^\circ$  (т.к. угол при вершине  $2\varphi = 118^\circ$ ).

Величина угла  $\varphi_B \sqrt{b^2 - 4ac}$  рассчитывается исходя из конструктивных параметров сверла [2], определяемых ГОСТом.

В соответствии с выводами, приведенными в [2], угол  $\varphi_B$  определяется:

$$\varphi_B = \operatorname{arctg} \frac{57,3 \sqrt{d^2 - d_c^2 \operatorname{tg}\omega}}{d\theta_B}, \text{ град} \quad (2)$$

где

$$\theta_B = \operatorname{arcsin} \frac{B \cos \omega}{d} + \operatorname{arcsin} \frac{B \cos \omega}{q} + \frac{360 B \sin \omega}{H} - 2 \operatorname{arcsin} \left( \frac{d_c}{d} \right) - \frac{57,3 C}{\operatorname{ptg} \varphi_A}, \text{ град} \quad (3)$$

После определения угла  $\varphi_B$  по формуле (1) можно приступить к графо-аналитическому определению профиля зуба дискового инструмента (рис.2).

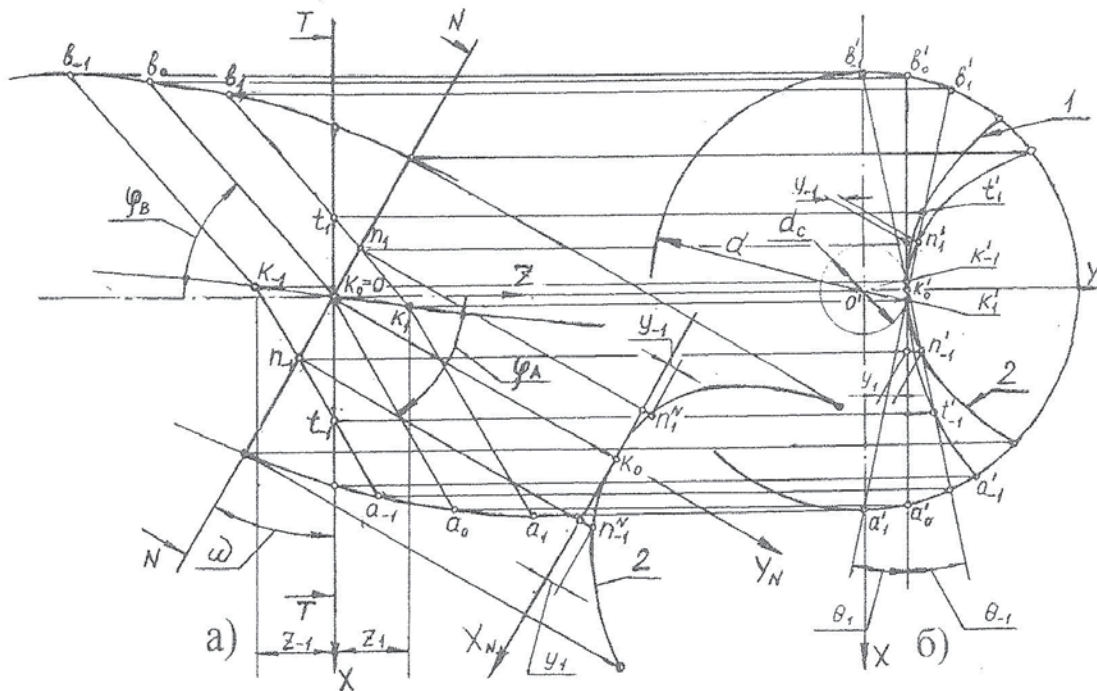


Рис.2

Строим начальное положение проекций образующих прямых на плоскости  $XY$  (рис.2б), на которой они представляют собой прямую  $a'_0v'_0$ , касательную к окружности диаметром  $d_c$  в точке  $K'_0$ . На оси  $Z$  задаем положение точки  $K_0 = 0$  и под заданными углами  $\varphi_A$  и  $\varphi_B$  проводим через неё направления образующих. Находим положение точек  $a_0$  и  $v_0$ .

Задаемся углом поворота и рассчитываем соответствующее ему смещение  $Z_1 = p\theta_1$  (если угол  $\theta$  задается в градусах, то  $Z = 0,0175 \cdot p \cdot \theta$ ). Поворачиваем прямую  $a'_0v'_0$  по часовой стрелке на угол  $\theta_1$ , отмечаем ее новое положение точками  $a'_1$  и  $v'_1$ . Угол  $\theta_1$  рекомендуется устанавливать в пределах  $8-10^\circ$ . Определяем первое положение образующих в плоскости  $XZ$ , для чего строим проекции  $a_1, K_1, v_1$  точек. Так, для нахождения проекции точки  $K_1$  на линии связи откладываем координату  $Z_1$  от точки  $K_1$ . Так же строим проекции  $a_1$  и  $v_1$ , соединяем их с точкой  $K_1$  прямыми и получаем положение образующих после поворота на угол  $\theta_1$ . Следует отметить, что в этом положении углы наклона образующих будут отличаться от значений углов  $\varphi_A$  и  $\varphi_B$ . Аналогично можем определить положение образующих на обеих проекциях сверла при повороте против часовой стрелки на угол  $\theta_{-1}$ .

Для построения торцевого профиля канавки проведем секущую плоскость  $T$  через начало координат перпендикулярно оси сверла (рис. 2а). Отметим проекции  $t_1$  и  $t_{-1}$  точек пересечения образующих секущей плоскостью и найдем их проекции  $t'_1$  и  $t'_{-1}$  на плоскости  $XU$  (рис. 2б), которые принадлежат торцевому профилю канавки сверла.

Для расчета профиля фрезы необходимо установить достаточное число точек для прочерчивания торцевого профиля канавки, который является исходным для получения нормального сечения канавки.

Для приближенного профилирования зуба канавочной фрезы нужно воспользоваться нормальным сечением, проведенным через начало координат под углом  $\omega$  к следу плоскости  $T$  (рис. 2а). Отметим на следе нормальной секущей плоскости  $N$  буквами  $n$  с соответствующими индексами точки пересечения с проекциями образующих ( $n_1$  и  $n_{-1}$ ), найдем проекции этих точек на плоскости  $XU$  ( $n'_1$  и  $n'_{-1}$ ) и отметим их высоту относительно точки  $K_o$ . Используя способ перемены плоскостей проекций, определим положение точек  $n_1^N$  и  $n_{-1}^N$  в системе  $X_N Y_N$ . Определив аналогичным способом достаточное число точек, прочертим профиль канавки сверла в нормальном сечении. Полученный профиль является исходным для определения профиля зуба канавочной фрезы.

На рис. 2 показано построение винтовых поверхностей, заданных двумя образующими прямыми, и построены торцевое 1 и нормальное 2 сечение поверхности канавки.

Полученный профиль нормального сечения канавки 2 соответствует осевому сечению зуба канавочной фрезы, направление оси которой параллельно направлению нормального сечения  $N-N$  (F-F на рис. 3).

Следует отметить, что полученный профиль фрезы может оказаться неоптимальным с точки зрения условий фрезерования в крайних точках профиля. В курсовом проекте студенты должны предложить такой профиль зуба фрезы, который будет оптимальным с точки зрения условий резания во всех рабочих точках профиля зуба фрезы.

Для получения оптимальных условий фрезерования необходимо обеспечить примерное равенство углов  $\beta_A$  и  $\beta_B$  (рис. 3), которые характеризуют наклон профиля зуба фрезы в крайних точках  $A_N$  и  $B_N$ .

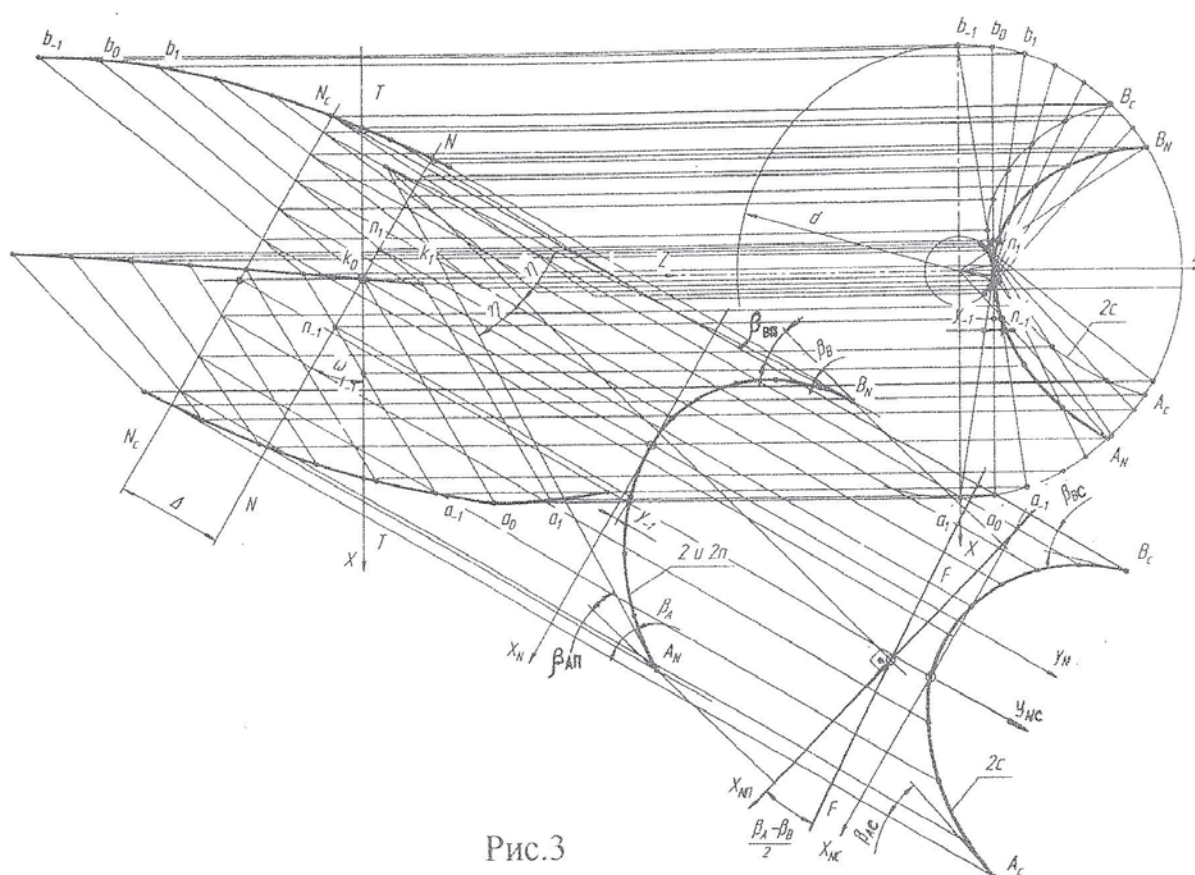


Рис.3

При условии  $\beta_A = \beta_B$  в крайних точках профиля будут получаться хотя и малые, но примерно равные нормальные задние углы.

Неблагоприятное соотношение углов  $\beta_A$  и  $\beta_B$  можно исправить двумя способами:

1) Изменением положения нормальной секущей плоскости N-N. Для этого необходимо переместить нормальную секущую плоскость  $N_c-N_c$  на какую-то величину  $\Delta$  (рис.3), что приведет к изменению соотношения между величинами углов  $\beta_A$  и  $\beta_B$ .

Корректирующую величину  $\Delta$  можно определить по приближенной формуле:

$$\Delta = \frac{0,00375d}{\operatorname{tg}\omega} \left( \theta_B - \frac{57,3\sqrt{d^2 - d_c^2} \operatorname{tg}\omega}{d \operatorname{tg}\varphi_A} \right), \text{ мм.}$$

Смещение нормального сечения на эту величину обеспечит получение примерного равенства углов  $\beta_A \approx \beta_B$ . После определения нового положения нормальной секущей плоскости  $N_c-N_c$  следует выполнить описанное выше построение нормального сечения канавки  $2c$ , которое и будет исходным для профиля зуба дисковой фрезы.

Величина  $\Delta$  будет также характеризовать смещение фрезы при ее установке относительно заготовки сверла в направлении, перпендикулярном оси фрезы.

2) Изменением направления оси канавочной фрезы. Уже отмечалось, что для выполненного построения направление оси фрезы соответствует линии  $F-F$  на рис. 3, параллельной плоскости  $N-N$ . Если направление оси фрезы  $F-F$  повернуть по часовой стрелке на угол  $\frac{\beta_A - \beta_B}{2}$  и расположить перпендикулярно биссектрисе угла  $2\eta$ ,

между касательными в точках  $A_N, B_N$ , то ось фрезы будет характеризоваться направлением  $X_{NII}$ , а углы  $\beta_{AII}$  и  $\beta_{BII}$  для профиля  $2\pi$  у такой фрезы станут примерно равными. Однако в связи с тем, что направление оси фрезы (т.е. направление оси шпинделя станка) не может быть изменено, этот поворот придется заменять поворотом заготовки сверла на этот же угол, а это, в свою очередь, приведет к необходимости смещения фрезы в направлении, перпендикулярном ее оси на величину  $\Delta_1$ , равную  $\Delta_1 = \frac{0,00375d}{\operatorname{tg}\omega} (\beta_A - \beta_B)$ , мм.

Логично предположить, что величина  $\Delta_1$ , полученная на основе графического построения, должна быть примерно равной величине  $\Delta$ , определенной аналитически, т.е.  $\Delta \approx \Delta_1$ .

Таким образом, фрезы, спроектированные как по первому, так и по второму варианту, при их установке на станке потребуют смещения фрезы относительно точки скрещивания осей сверла и фрезы на некоторую рассчитываемую величину. Расчет точной величины смещения достаточно сложен, и поэтому эта величина чаще всего определяется опытным путем. Обычно на практике для такой установки фрезы на станке используются установочные шаблоны, соответствующие типоразмерам фрез и сверл.

При выполнении курсового проекта по инструменту студенты могут использовать приближенные формулы, которые позволяют вычислить исходные данные для описанного графо-аналитического построения.

Угол наклона вспомогательной образующей  $\varphi_B$  можно определить по приближенной формуле:  $\varphi_B \approx 27,7 \cdot d^{0,09}$ , град.

Величину смещения можно подсчитать:  $\Delta = 0,34 \cdot d^{0,75}$ , мм.

При использовании этих величин  $\Phi_B$  и  $\Delta$  можно получить примерно равные углы  $\beta_A$  и  $\beta_B$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н.П. Малевский. Расчет профиля винтовых канавок спиральных сверл. Учебное пособие. Изд. МГТУ им. Баумана. М: 1977 - 16с.
2. Н.П. Малевский, Б.Д. Даниленко. Подготовка исходных данных для графического определения профиля зуба дисковой фрезы для канавки сверла в учебных проектах по режущему инструменту. «Известия ВУЗов. Машиностроение», №1, 2008 г. с.79-82.



**Подписывайтесь на журнал  
«Известия высших учебных  
заведений. Машиностроение»**

**Подписной индекс**

**70370**

**в каталоге агентства**

**«Роспечать»**

В журнале освещаются результаты теоретических и экспериментальных исследований, выполненных работниками высших учебных заведений и научных учреждений, по расчету и конструированию машин, энергетическому и транспортному машиностроению, технологии машиностроения, организации и экономике машиностроительного производства; публикуются материалы научных конференций, симпозиумов и семинаров.

Журнал рассчитан на преподавателей, аспирантов и научных работников высших учебных заведений, научно-исследовательских учреждений, конструкторских и проектных организаций.