

## К РАСЧЕТУ ЗАТЫЛОВАННЫХ ФАСОННЫХ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ФРЕЗ

Повышенные требования к точности изготовления и подготовки при эксплуатации фасонных дереворежущих фрез, затылованных по спирали Архимеда, могут быть выполнены только при наличии шаблонов, рассчитанных с высокой точностью. Наиболее высокую точность может обеспечить только аналитический расчет, в котором согласуются параметры инструмента и обрабатываемой детали.

Аналитический расчет координат профиля затылованной фрезы с прямой заточкой ( $\omega = 0$ ) имеется в литературе [1,3], а для фрез с косой заточкой по передней поверхности ( $\omega > 0$ ) в статье [2]. Однако расчет фрез с косой заточкой ( $\omega > 0$ ) по методике, изложенной в статье [2], не обеспечивает высокой точности.

Применение фрез с наклонным расположением режущей кромки к оси вращения ( $\omega > 0$ ) позволяет увеличить передние углы на боковых режущих кромках, обеспечить плавную работу инструмента: повышает производительность и стойкость его, уменьшает шероховатость обработанной поверхности.

Фреза с прямой заточкой ( $\omega = 0$ ), затылованная по спирали Архимеда и имеющая передний угол  $\gamma$  и задний угол  $\alpha$ , при расчете ординат профиля требует внесения корректив.

Обычно ширина фрезы проектируется шире обрабатываемой детали  $B = b + (5...8)$  мм, поэтому начало осей координат  $X$ ,  $Y$  для профиля смещается до точки  $O$  (рис. 1). Тогда точка  $i$  профиля обрабатываемой детали имеет координаты  $X_i$  и  $Y_i$ .

При  $\omega = 0$  абсцисса точки  $i$  равна абсциссе соответствующей точки  $i_1$  в осевом сечении и абсциссе точки  $i_2$  на передней поверхности реза, т.е.  $X_i = X_{i_1} = X_{i_2}$ .

При косой заточке фрезы  $\omega \neq 0$  абсцисса произвольной точки  $i_2$  на передней поверхности реза будет

$$X_{i_2}' = \frac{X_i}{\cos \omega} \quad (1)$$

При  $\omega = 0$  ордината точки  $i_1$  в осевом сечении реза, которая формирует точку  $i$  сечения обрабатываемой детали, определяется по формуле

$$Y_{1i} = Y_i - \Delta K_i,$$

где  $Y_i$  — ордината точки  $i$  в сечении обрабатываемой детали,  $\Delta K_i$  — падение кривой затылка зуба фрезы в пределах центрального угла  $W_i$ .

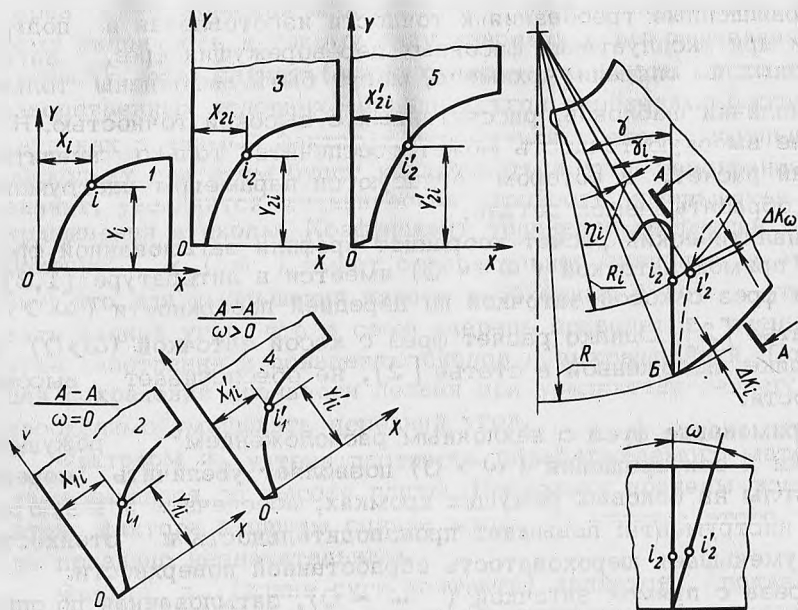


Рис. 1. Профиль обрабатываемой детали 1 и фрезы: 2,4 — в осевом сечении ( $\omega=0$ ;  $\omega>0$ ) соответственно; 3,5 — по передней поверхности ( $\omega=0$ ;  $\omega>0$ ) соответственно.

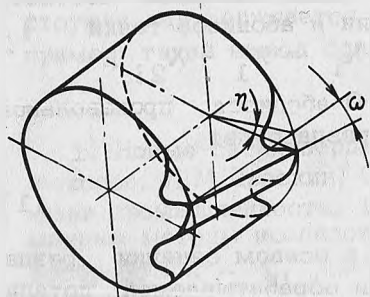


Рис. 2. Схема расчета поправки кривой затылка фрезы.

Центральный угол  $W_i$  - это угол между начальным радиусом  $R = \frac{D}{2}$  и радиус-вектором  $R_i$ , проведенным через соответствующую точку  $i_2$  на передней поверхности резца (рис. 1):

$$W_i = \gamma_i - \gamma, \text{ град.}$$

где  $\gamma$  - передний угол резания в точке Б с радиусом  $R$ ,  $\gamma_i$  - передний угол резания в точке  $i_2$  с радиусом  $R_i$ .

$$\gamma_i = \arcsin \frac{R \sin \gamma}{R - Y_i}, \text{ град.} \quad (2)$$

Учитывая это,

$$W_i = \arcsin \frac{R \sin \gamma}{R - Y_i} - \gamma. \quad (3)$$

Величина  $\Delta K_i$  определяется по формуле

$$\Delta K_i = 0,0174 R W_i \operatorname{tg} \alpha, \text{ мм.} \quad (4)$$

Тогда

$$Y_{1i} = Y_i - 0,0174 R \operatorname{tg} \alpha \left( \arcsin \frac{R \sin \gamma}{R - Y_i} - \gamma \right), \text{ мм} \quad (5)$$

Ордината точки  $i_2$  на передней поверхности резца рассчитывается по уравнению

$$Y_{2i} = R \cos \gamma - (R - Y_i) \cos \gamma_i, \text{ мм.} \quad (6)$$

Косая заточка передней поверхности резца  $\omega \neq 0$  дополнительно изменяет в осевом сечении лишь ординату точек профиля фрезы, а на передней поверхности - не только ординату, но и абсциссу.

При расчете ординат произвольной точки профиля в осевом сечении вводится дополнительная поправка на величину падения кривой затылка  $\Delta K_\omega$  в зависимости от центрального угла  $\eta$  (рис. 2)

$$\eta_i = 57,3 \frac{X_i \operatorname{tg} \omega}{R_i}, \text{ град.} \quad (7)$$

Поправка  $\Delta K_{\omega}$  определяется по формуле

$$\Delta K_{\omega} = X_i \frac{R}{R_i} \operatorname{tg} \omega \operatorname{tg} \alpha, \text{ мм.}$$

При кривой заточке

$$\Delta K_i' = \Delta K_i \pm \Delta K_{\omega} = 0,0174 R W_i \operatorname{tg} \alpha \pm X_i \frac{R}{R_i} \operatorname{tg} \omega \operatorname{tg} \alpha, \text{ мм} \quad (8)$$

Знак (+) будет при  $\omega > 0$ , а знак (-) при  $\omega < 0$ . Тогда ордината произвольной точки  $i_1'$  профиля фрезы с кривой заточкой ( $\omega \neq 0$ ) в осевом сечении будет

$$Y_{1i}' = Y_i - \Delta K_i' = Y_i - (0,0174 R W_i \operatorname{tg} \alpha \pm X_i \frac{R}{R_i} \operatorname{tg} \omega \operatorname{tg} \alpha), \text{ мм} \quad (9)$$

а с учетом формул (3) и (9)

$$Y_{1i}' = Y_i - (0,0174 R \operatorname{tg} \alpha (\arcsin \frac{R \sin \gamma}{R - Y_i} - \gamma) \pm X_i \frac{R}{R - Y_i} \operatorname{tg} \omega \operatorname{tg} \alpha). \quad (10)$$

В формулах (9) и (10) знак (+) при  $\omega > 0$ , а знак (-) при  $\omega < 0$ .

Ордината произвольной точки  $i_2'$  на передней поверхности резца с кривой заточкой, формирующая точку  $i$  обрабатываемой детали, определяется по формуле

$$Y_{2i}' + R \cos \gamma - (R - Y_i) \cos(\gamma_i \pm \eta_i), \text{ мм} \quad (11)$$

или с учетом формул (2), (7) и (11)

$$Y_{2i}' = R \cos \gamma - (R - Y_i) \cos(\arcsin \frac{R \sin \gamma}{R - Y_i} - \gamma \pm 57,3 \frac{X_i \operatorname{tg} \omega}{R - Y_i}). \quad (12)$$

В табл. 1 приведены результаты расчетов профиля фрезы для обработки детали ( $r = 10$  мм) (рис. 1) с координатами

Т а б л и ц а 1. Результаты аналитического расчета профиля фасонной фрезы

Обозначение	Размер- ность	Величина координат профиля								
		0	3	5	7	9	11	13	15	
$X_i$	мм	0	3	5	7	9	11	13	15	
$Y_i$	мм	0	0	5,99	7,99	9,17	9,8	10,0	10,0	
$y_{1i}$	мм	0	0	5,561	7,375	8,465	9,003	9,218	9,218	
$y_{2i}$	мм	0	0	6,441	8,655	9,891	10,618	0,85	10,85	
$y'_{1i}$	мм	0	-0,093	5,451	7,123	8,132	8,626	8,737	8,663	
$y'_{2i}$	мм	0	0,18	6,765	9,123	10,55	11,421	11,8	11,95	
$x'_{2i}$	мм	0	3,05	5,08	7,12	9,14	11,17	13,20	15,23	

характерных точек  $X_i$  и  $Y_i$  (строки 1 и 2), диаметр фрезы  $D=120$  мм,  $\angle \gamma = 20^\circ$ ,  $\angle \alpha = 10^\circ$ ,  $\angle \omega = 0^\circ$  и  $\angle \omega = 10^\circ$ . Данные таблицы используются для конструирования шаблонов при заточивании фрез (строки 3 и 5 при соответствующих  $X_i$ ), для контроля профиля фрезы по передней поверхности реза при ее эксплуатации (строки 4, 6, 7).

При сравнительно небольшой ширине фасонных фрез и рекомендуемом угле  $\omega = 10^\circ$  формулы (10) и (12) дают достаточно точные результаты расчета, правильность которых подтверждена графическим методом.

#### Л и т е р а т у р а

1. Кряжев Н.А. Фрезерование древесины. - М., 1979.
2. Микулинский В.И. Расчет профилей фрез с прямой и косой заточкой. - В сб.: Вопросы резания, надежности и долговечности дереворежущих инструментов и машин. Л., 1976., вып. 11.
3. Цветкова Н.И. Аналитический расчет профиля фрезы. - В сб.: Механическая технология древесины. - Мн., 1974, вып. 4.