

$$\gamma = \frac{\beta}{1 \pm \alpha} = \frac{30u}{z_1 R n \left(1 \pm \frac{30u}{\pi R n}\right)} = \frac{\pi u}{z_1 \left(\frac{\pi R n}{30} \pm u\right)}$$

Высота неровностей на участке а:

$$h_1 = R - R \cos \gamma = R \left(\frac{\gamma^2}{2!} - \frac{\gamma^4}{4!} + \frac{\gamma^6}{6!} - \dots \right)$$

Ограничиваясь первым членом разложения, получим:

$$h_1 = \frac{\pi^2 u^2}{2z_1^2 \omega^2 R \left(1 \mp \frac{u}{\omega R}\right)^2}$$

На участке (a-b)/2, вместо z_1 , необходимо принять $z=2z_1$, тогда $h_2=h_1/4$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградский В.Ф., Альпер И.И. Снижение уровня шума продольно-фрезерных деревообрабатывающих станков. Обзорная информация. М., 1979, 24с.
2. Кряжев Н.А. Фрезерование древесины. - М.: Лесная пром-ть, 1979, 200 с.

УДК 621.81

С.С.Макаревич, доцент;
А.П.Клубков, доцент;
А.А.Гришкевич, аспирант

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ СБОРНОЙ ФРЕЗЫ С ИЗМЕНЯЕМЫМИ УГЛОВЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

The stresses which are arisen with a rotating cutterblock with turning segments have been defined. The formula allow us to select both a material and geometrical parameters of the cutterblock.

Фрезерные инструменты деревообрабатывающих станков работают при высоких частотах вращения. Хорошо известно, что при высоких частотах вращения фрезы, шлифовальные круги могут получить либо заметные остаточные деформации, либо полностью разрушиться. Поэтому к прочности быстровращающихся дереворежущих инструментов предъявляются высокие требования. Особенно эти требования относятся к новым конструкциям фрез.

На кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов разработана новая фрезерная головка с изменяемыми геометрическими параметрами и быстросъемными резцедержателями. Расчетная схема фрезы представлена на рис.1.

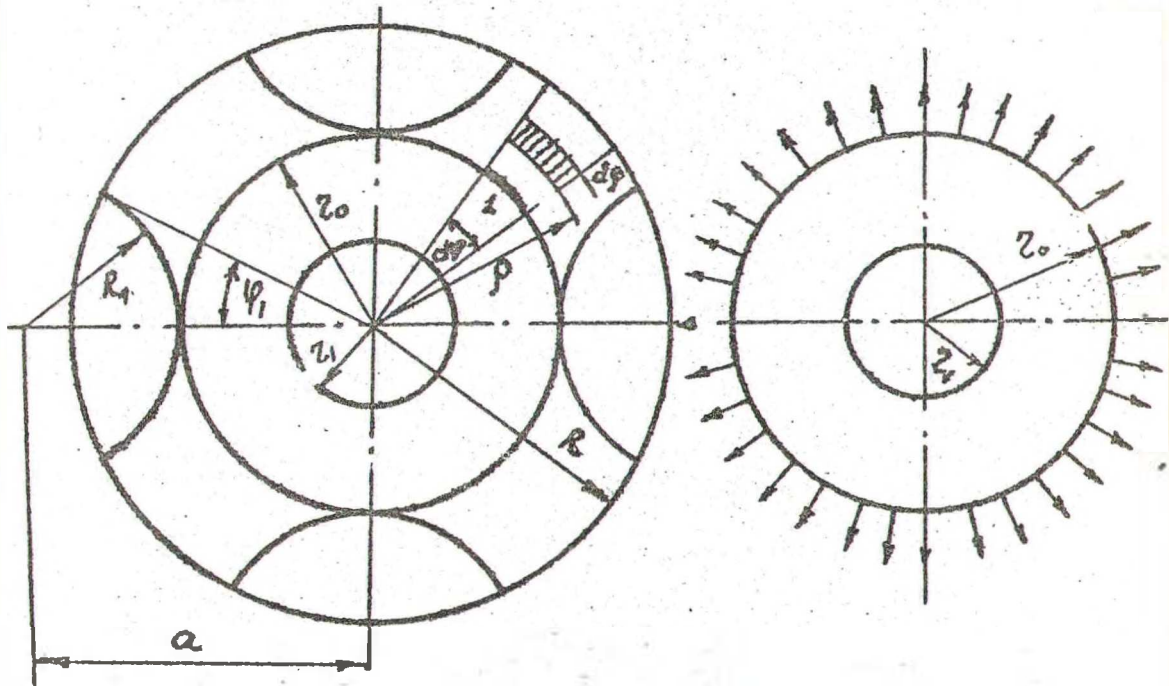


Рис.1. Расчетная схема фрезы

При выборе расчетной схемы примем упрощения, которые несущественно влияют на точность расчета и приводят к увеличению запаса прочности. Для этого выступающие части фрезы и вкладыши для крепления ножей отсечем, а силы инерции, действующие на них при вращении фрезы, будем рассматривать как внешние силы по отношению к оставшейся части фрезы радиусом $r_1 < \rho < r_0$. Оставшаяся часть фрезы будем называть ступицей. Ступицу можно рассматривать как толстостенный цилиндр, на который действует равномерно распределенная по площади нагрузка P от сил инерции отброшенных частей фрезы (рис.1б). Следует учесть также напряжения, возникающие от вращения самой ступицы.

Сила инерции, действующая на единицу площади цилиндрической поверхности ступицы, может быть определена по формуле

$$P = \frac{\gamma \omega^2}{r_0} \frac{r_0^3 - r_1^3}{3} \quad (1)$$

где γ - плотность материала фрезы;
 ω - угловая скорость вращения фрезы.

Под действием этой нагрузки в ступице будут возникать радиальные и тангенциальные напряжения [1]:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{r(p)} &= \frac{\rho r_0^2}{r_0^2 - r_1^2} \left(1 - \frac{r_1^2}{\rho^2} \right), \\ \sigma_{t(p)} &= \frac{\rho r_0^2}{r_0^2 - r_1^2} \left(1 + \frac{r_1^2}{\rho^2} \right). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

При вращении в ступице будут возникать напряжения от сил инерции, распределенных по объему ступицы. Эти напряжения определяются по формуле (1):

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{r(b)} &= \frac{\gamma \omega^2}{8} (3 + \mu) \left(r_0^2 + r_1^2 - \frac{r_0^2 r_1^2}{\rho^2} - \rho^2 \right), \\ \sigma_{t(b)} &= \frac{\gamma \omega^2}{8} (3 + \mu) \left(r_0^2 + r_1^2 + \frac{r_0^2 r_1^2}{\rho^2} - \frac{1 + 3\mu}{3 + \mu} \rho^2 \right). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где μ - коэффициент Пуассона.

Суммарные напряжения в ступице будут равны:

$$\sigma_r = \sigma_{r(p)} + \sigma_{r(b)}; \quad \sigma_t = \sigma_{t(p)} + \sigma_{t(b)}. \quad (4)$$

Напряжения в конкретных точках ступицы можно определить, подставляя вместо текущего радиуса соответствующие значения.

Напряжения на внешней стороне ступицы, т.е. при $\rho=r_0$,

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r = p &= \frac{\gamma \omega^2 (R^3 - r_0^3)}{r_0 \cdot 3}; \\ \sigma_t &= \frac{\gamma \omega^2}{r_0} \left(\frac{(R^3 - r_0^3)(r_0^2 + r_1^2)}{3(r_0^2 - r_1^2)} + \frac{r_0^3}{4} (1 - \mu) \right). \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Напряжения на внутренней стороне ступицы, т.е. при $\rho=r_1$, $\sigma_r=0$;

$$\sigma_t = \frac{\gamma \omega^2}{r_0} \left(\frac{2r_0^2 (R^3 - r_0^3)}{3(r_0^2 - r_1^2)} + \frac{r_0}{4} (r_0^2 (3 + \mu + r_1^2 (1 - \mu))) \right) \quad (6)$$

Наибольшее расчетное напряжение по любой теории прочности будет на внутренней стороне ступицы и будет равно σ_t .

Наиболее опасным будет случай, когда в корпусе фрезы сделаны две выемки для вкладышей, а сами вкладыши сняты, и корпус вращается с угловой скоростью ω .

Ступицу будем рассматривать как кривой брус, нагруженный по оси с радиусом $R_0 = (r_0 + r_1) / 2$, переменной распределенной нагрузкой, возникающей от частей фрезы, расположенных за пределами радиуса r_0 .

Интенсивность равномерно распределенной нагрузки на участке ступицы с постоянным поперечным сечением фрезы:

$$q = \frac{\gamma \omega^2 b}{3R_0} (R^3 - r_0^3). \quad (7)$$

Небольшой переменной нагрузкой на участке от 0 до r_0 можно пренебречь, тогда величину продольной силы N с учетом (7) можно определить по формуле

$$N = \frac{\gamma \omega^2 b}{3} (R^3 - r_0^3) \cos \varphi_1 \quad (8)$$

Изгибающий момент найдем из условия совместности деформаций:

$$\partial_{11} M + \Delta_{1q} = 0$$

Раскрывая последнее уравнение, найдем

$$M = -\frac{2}{3\pi} R_0 \gamma \omega^2 b (R^3 - r_0^3) \left(\varphi_1 - \frac{\pi}{2} (1 - \cos \varphi_1) \right). \quad (9)$$

С учетом формул (8,9 и 3) окружные напряжения определяются как сумма:

$$\sigma = \sigma_N + \sigma_M + \sigma_{t(b)} = \frac{N}{b(r_0 - r_1)} + \frac{M(\rho - r_H)}{b(r_0 - r_1)(R_0 - r_H)\rho} + \frac{\gamma \omega^2}{8} (3 + \mu) \left(r_0^2 + r_1^2 + \frac{r_0^2 r_1^2}{\rho^2} - \frac{1 + 3\mu}{3 + \mu} \rho^2 \right). \quad (10)$$

Максимальное напряжение будет на внутренней поверхности ступицы при $\rho = r_1$.

Формула (10) позволяет подобрать материал для изготовления фрезы, геометрические и линейные параметры таким образом, чтобы максимальные напряжения в опасном сечении не превосходили допустимых. Оптимизировать параметры фрезы удобно с использованием ЭВМ.