

УДК 667.051.125.8(043.3)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАМОТОЧНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖГУТА

А. Ф. ПРОШКОВ

(Московская государственная текстильная академия им. А. Н. Косыгина)

Жгут 1 (рис. 1) из множества параллельно расположенных и абсолютно гибких химических нитей поступает с постоянной скоростью в резальную машину барабанного типа. Пройдя через калиброванное круглое отверстие 2 жгутонаправителя, жгут практически наматывается с постоянным натяжением  $Q$  на ножевой барабан в виде беличьего колеса, опираясь на режущие кромки ножей 3, жестко закрепленных концами в пазах параллельно расположенных дисков 4 и 5, входящих в состав ножевого барабана.

При установившемся рабочем режиме каждый нож барабана, проходя через зону резания (зону одновременного силового воздействия на жгут ножа 3 и ролика б), разрезает весь жгут, уплотненный в этой зоне до предела (при дальнейшем увеличении уплотняющей силы начинается разрушение жгута).

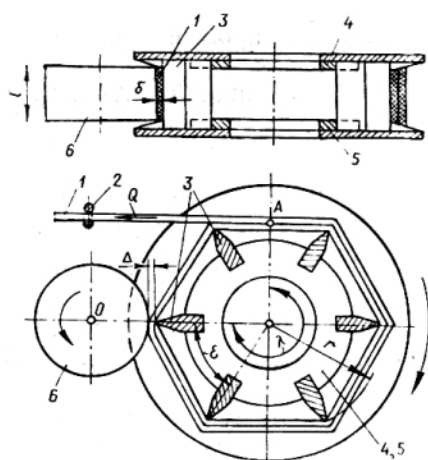


Рис. 1.

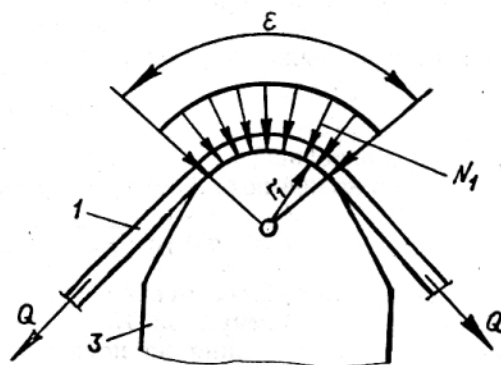


Рис. 2.

Если нити расположены в поперечном сечении предельно сжатого жгута по вершинам квадрата со стороной, равной диаметру нити, то при заданной рабочей длине  $l$  ножа (практически равной длине образующей ролика б) толщина сжатого жгута

$$\delta_{\min} = 4T/\pi r l,$$

где  $T$  — линейная плотность жгута;

$r$  — плотность материала одиночной нити.

Нормальная сила, необходимая для поперечного сжатия жгута до предельного состояния, будет иметь минимальное значение при минимальной толщине слоя нитей в зоне резания.

Если угол  $\lambda$  смещения оси вращения  $O$  ролика  $b$  относительно точки  $A$  набегания жгута на ножевой барабан будет больше углового расстояния  $\epsilon$  между вершинами режущих кромок соседних ножей ( $\epsilon = 2\pi/z$ , где  $z$  — число ножей на барабане), то минимальный радиальный зазор  $\Delta$  между роликом  $b$  и окружностью радиуса  $r$  по вершинам режущих кромок ножей  $3$  можно принять равным  $\delta_{\min}$ . Если нити расположены в поперечном сечении предельно сжатого жгута по вершинам равностороннего треугольника со стороной, равной диаметру нити, то искомый радиальный зазор

$$\Delta = \delta_{2\min} = 3,464T/\pi\rho l.$$

В практических расчетах зазора можно использовать зависимость

$$\Delta_{\text{ср}} = 3,73T/\pi\rho l.$$

Намотанный на барабан жгут, опираясь на режущие кромки ножей, давит по нормали на единицу длины дуги охвата рассматриваемого ножа и на всю длину  $l$  контактной полоски силой (рис. 2):

$$N_1 = Q/r_1,$$

создавая в нитях, контактирующих с режущей кромкой ножа, напряжение сжатия

$$\sigma_1 = Q/lr_1,$$

где  $r_1 = 10 \dots 50$  мкм — радиус кривизны режущей кромки ножа (при затуплении ножа  $r_1$  существенно увеличивается).

Кроме того, от намоточного натяжения  $Q$  в каждой нити жгута создается напряжение растяжения

$$\sigma_0 = Q\rho/T.$$

Следовательно, от намоточного натяжения  $Q$  в нитях жгута на дугах охвата ножей возникает суммарное напряжение

$$\sigma = \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_1^2} = Q\sqrt{\rho^2/T^2 + 1/l^2r_1^2},$$

которое должно быть меньше временного напряжения смятия  $\sigma_{\text{в}}$  материала нити минимум на 15%. При  $\sigma > \sigma_{\text{в}}$  жгут обрывается при попытке его наматывания на ножевой барабан, поэтому должно соблюдаться условие

$$\sigma = 0,85 \sigma_{\text{в}} = Q\sqrt{\rho^2/T^2 + 1/l^2r_1^2},$$

откуда находим максимально допустимое значение намоточного натяжения жгута

$$[Q] = 0,85 \sigma_{\text{в}}/\sqrt{\rho^2/T^2 + 1/l^2r_1^2}.$$

Для разрезания (раздавливания) жгута в зоне резания необходимо приложить к нему дополнительную силу  $P$ , направленную по нормали к срединной плоскости предельно сжатого жгута, которая совместно с силой  $Q$  образует в нитях разрушающее напряжение смятия:

$$\sigma_{\text{в}} = Q\sqrt{\rho^2/T^2 + 1/l^2r_1^2} + P/2lr_1 \sin(\pi/z) = P_{\text{рес}}/2lr_1 \sin(\pi/z).$$

Отсюда дополнительная нормальная сила

$$P = 2(\sigma_B - Q\sqrt{\rho^2/T^2 + 1/l^2r_1^2})lr_1\sin(\pi/z),$$

а общая сила резания, совпадающая с направлением силы  $P$ ,

$$P_{\text{рез}} = P + 2Qlr_1\sqrt{\rho^2/T^2 + 1/l^2r_1^2} = 2\sigma_Blr_1\sin(\pi/z).$$

Анализ полученных зависимостей показывает, что на барабанной резальной машине напряжение  $\sigma_0$  значительно меньше напряжения  $\sigma_1$ , поэтому при определении предельного значения намоточного натяжения жгута можно пользоваться упрощенной зависимостью:

$$[Q] = 0,85 \sigma_Blr_1.$$

В этом случае  $\sigma_1 = 0,85 \sigma_B$  и  $P = 0,3 \sigma_Blr_1\sin(\pi/z)$ .

При  $Q = 0$

$$P = P_{\text{рез}} = 2\sigma_B lr_1\sin(\pi/z).$$

В процессе резания на барабанной машине лавсанового жгута линейной плотности 600 ктекс с напряжением  $\sigma_B = 450$  МПа,  $\rho = 1380$  кг/м<sup>3</sup>,  $l = 0,06$  м,  $r_1 = 2 \cdot 10^{-5}$  м,  $\lambda = 270^\circ$ ,  $z = 16, 24, 48$  и  $\epsilon = 7,5^\circ; 15^\circ; 22,5^\circ$  получаем  $\Delta_{\text{мин}} = 7,99 \dots 9,23$  мм,  $\Delta_{\text{ср}} = 8,61$  мм,  $[Q] = 459$  Н,  $\sigma_0 = 1$  МПа,  $\sigma_1 = 383$  МПа; при  $z = 16; 24$  и  $48$  имеем  $P$  соответственно 62; 42 и 21 Н, а  $P_{\text{рез}} = 414; 280$  и 140 Н.

## ВЫВОДЫ

1. На резальной машине барабанного типа намоточное натяжение жгута существенно влияет на поперечное напряжение смятия нитей и на дополнительную нормальную силу сжатия жгута в зоне резания.

2. Ролик, ведущий жгут, должен иметь жесткую кинематическую связь с ножевым барабаном, а минимальный радиальный зазор между вершиной режущей кромки ножа и роликом должен быть равным толщине предельно сжатого жгута.

3. С увеличением диаметра барабана по вершинам режущих кромок ножей при прочих равных условиях, включая длину нарезаемых волокон, сила резания и дополнительная сила сжатия жгута уменьшаются.

Рекомендована кафедрой проектирования машин для производства химических волокон и красильно-отделочного оборудования. Поступила 04.10.96