

УДК 677.021

**ПОЛУЧЕНИЕ КОРОТКОШТАПЕЛЬНОГО
ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА
ИЗ ОТХОДОВ ТРЕПАНИЯ МЕТОДОМ РАЗРЫВА ***

А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Разработанное нами устройство для штапелирования льняного волокна из ленты, сформированной из отходов трепания, предусматривает применение принципа разрыва волокон поперечной сосредоточенной силой [1...3].

Новая установка содержит питающий вал с чередующимися по его длине кольцевыми пазами, образующими тумбочки, к которым с силой прижаты рычаги клавишного типа. Рабочая поверхность клавишных рычагов охватывает поверхность тум-

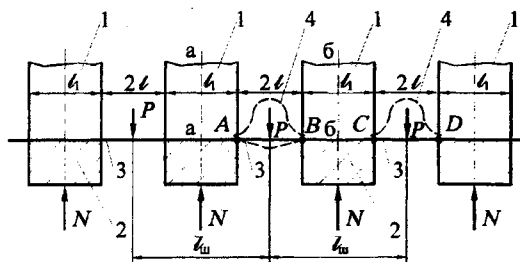
* В работе принимал участие А.В.Ширяев.

бочек рабочего вала на определенный угол. Зона контакта рычага с тумбочкой питающего вала является зоной зажима волокон, подаваемых для разволокнения на вращающийся разволокняющий орган, рабочие инструменты которого проходят между рычагами в кольцевые пазы питающего вала.

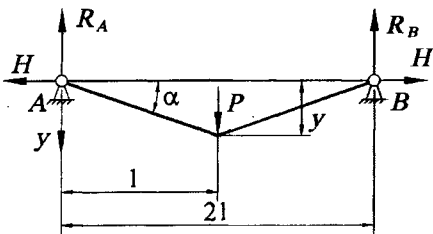
Зажимное устройство вместе с питающим валом призвано выполнять следующие важнейшие функции: захват волокон (в ленте или слое) и транспортирование их к разволокняющему органу; обеспечение условий необходимого зажатия волокон между питающим валом и рычагами при разволокнении; обеспечение контролируемого разрыва волокон.

Условия захвата и транспортирования волокон питающим валом исследованы в [4].

Рассмотрим условия обеспечения контролируемого разрыва волокон совместно с условиями необходимого зажима волокон при разволокнении.



а)



б)

Рис. 1

На рис.1 изображено взаимодействие разволокняющего устройства с волокном. На рис. 1-а: 1 – тумбочки питающего вала; 2 – рычаги, прижатые к питающему валу силой N ; 3 – штапелируемое волокно; P –

сила со стороны разволокняющего рабочего органа; $2l$ – расстояние между зажимными устройствами (рычагом и тумбочкой вала); l_1 – ширина зоны зажатия (ширина рабочей части прижимного рычага); $\bar{l}_{шт}$ – средняя длина штапелированных волокон. На рис. 1-б представлена схема сил, действующих на волокно при его нагружении поперечной силой P : H – сила распора; R_A и R_B – вертикальные составляющие реакций в опорах. Для упрощения волокно рассматриваем в виде мононити, из которой получается штапелированное волокно.

Участки между зажимными устройствами AB и CD определяют свободные от зажима участки волокна. К серединам этих участков приложены силы P . Волокно разорвется в наиболее слабом месте. Таким местом может быть любое произвольное сечение волокна вдоль участков AB и CD .

Предположим, что распределение положения места разрыва подчиняется нормальному закону распределения (кривая 4). Тогда половина средней длины получаемого штапелированного волокна, например, слева от сечения б-б, будет равна

$$\frac{\bar{l}_{шт1}}{2} = \frac{l_1}{2} + l \pm 3\sigma_1, \quad (1)$$

где σ_1 – среднее квадратическое отклонение половины средней длины волокна слева от сечения б-б. А половина средней длины волокна справа от сечения б-б:

$$\frac{\bar{l}_{шт2}}{2} = \frac{l_1}{2} + l \pm 3\sigma_2, \quad (2)$$

где σ_2 – среднее квадратическое отклонение половины средней длины правой части волокна.

Из теории вероятности [5] известно, что если две нормально распределенные случайные величины подчиняются нормальному закону распределения, то закон распределения суммы также является нормальным. При этом центр распределения будет равен алгебраической сумме центров

исходных распределений, а дисперсия суммы σ_0^2 :

$$\sigma_0^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2. \quad (3)$$

Поскольку $\sigma_1 = \sigma_2$, то

$$\sigma_0^2 = 2\sigma_1^2 \text{ или } \sigma_0 = 1,4\sigma_{1(2)}. \quad (4)$$

Среднюю длину получаемого штапелированного волокна определим по формуле

$$\bar{l}_{ш} = l_1 + 2l \pm 3\sigma_0. \quad (5)$$

Согласно схеме (рис. 1) можно считать, что

$$6\sigma_{1(2)} = 2l \quad (6)$$

и

$$\sigma_{1(2)} = \frac{2l}{6} = \frac{l}{3},$$

$$\sigma_0 = \frac{1,4}{3}l = 0,47l. \quad (7)$$

Таким образом, очевидно, что средне-квадратическое отклонение длины получаемого волокна в основном зависит от величины зазора между зажимами, то есть от величины $2l$ и ее соотношения с шириной зоны зажима между рычагом и тумбочкой питающего вала l_1 .

Таблица 1

№ п/п	$\bar{l}_{ш}$, мм	l_1 , мм	$2l$, мм	$\frac{l_1}{l_{ш}}$	$\sigma_1(\sigma_2)$	$\sigma_0 = 1,4\sigma_1$
1	30	10	20	0,33	3,4	4,7
2	30	20	10	0,67	1,7	2,38
3	30	25	5	0,82	0,85	1,19
5	40	10	30	0,25	5,0	7,0
6	40	20	20	0,5	3,4	4,76
7	40	30	10	0,75	1,7	2,38
8	50	10	40	0,2	6,7	9,38
9	50	20	30	0,4	5	7
10	50	30	20	0,6	3,4	4,76
11	50	40	10	0,8	1,7	2,38
12	70	10	60	0,143	10	14
13	70	20	50	0,29	8,3	11,62
14	70	30	40	0,43	6,7	9,38
15	70	50	20	0,7	3,4	4,76

Из табл.1, где показаны возможные сочетания ширины зоны зажима и свободной зоны (величина зазора между тумбочками) в зависимости от среднего значения длины получаемого волокна, следует, что разброс средней длины получаемого волокна зависит от зазора $2l$. В этом заключается особенность контролируемого разрыва при поперечном приложении нагрузки к штапелируемому волокну.

Зная, что контролируемость разрыва в штапелирующих установках с двумя парами вальцов осуществляется за счет введения между ними специальных устройств, например, надсекательных валиков [6], преимущество способа и нового устройства для штапелирования разрывом при по-

перечном приложении нагрузки к волокну очевидно. Неровнота волокна по длине в новой установке приближается к неровноте волокна, получаемого методом разрезания.

Учитывая, что разволокняющий орган может иметь различную конструкцию (в виде игл, цилиндрических стержней, гладких дисков, дисков с зубьями или заостренных дисков) и каждая из названных конструкций по-своему будет создавать концентрацию напряжений в волокне в месте приложения силы P , заключаем, что зона неконтролируемого разрыва может быть еще дополнительно сужена.

Обеспечение условий контролируемого разрыва сочетается с условиями необходимого зажатия штапелируемого волокна.

Обратимся к схеме, изображенной на рис. 1-б.

Ранее [3] нами получено выражение для определения усилия со стороны разволокняющего рабочего органа:

$$P = 2nk\sigma_b S \frac{y}{l(1 + \frac{\sigma_b}{E})}, \quad (8)$$

где l – половина расстояния между рычагами зажимного органа; k – коэффициент одновременности разрыва; σ_b – предел прочности волокна на разрыв; S – площадь поперечного сечения волокна; E – модуль упругости волокна; y – прогиб в точке приложения силы в момент разрыва.

Из теории стержней [7] известно, что при первоначальной длине нити (волокна), равной длине пролета $L_0 = 2l$, связь между P и H (горизонтальная составляющая силы натяжения – распор) имеет следующий вид:

$$P = 2H \sqrt{\frac{1}{(1 - \frac{H}{ES})^2} - 1} \approx \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{ES}} \sqrt{H^3}, \quad (9)$$

так как $\frac{H}{ES} \ll 1$.

А прогиб в точке приложения силы

$$y = \frac{Pl}{2H} = \frac{l}{\sqrt[3]{ES}} \sqrt[3]{P}. \quad (10)$$

Подставив (10) в (8) и считая, что

$$\sigma_b = \varepsilon_p E,$$

где ε_p – деформация при разрыве, получим [8]:

$$P = ES \sqrt[2/3]{2nk \frac{\varepsilon_p}{(1 + \varepsilon_p)}}. \quad (11)$$

Распор можно найти из (9):

$$H = \frac{1}{2} \sqrt[3]{P^2 ES}. \quad (12)$$

Тогда формула для определения распора с учетом (11) примет вид

$$H = nkES \frac{\varepsilon_p}{1 + \varepsilon_p}. \quad (13)$$

Требуемое усилие зажима волокна:

$$N = \frac{H}{\mu_1 + \mu_2} = \frac{nkES\varepsilon_p}{(\mu_1 + \mu_2)(1 + \varepsilon_p)}, \quad (14)$$

где μ_1 и μ_2 – коэффициенты трения волокна о поверхность питающего вала и о прижимной рычаг соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Доказано, что конструкция новой штапелирующей установки позволяет получать волокно методом контролируемого разрыва с низкой неровностью по длине. Определены условия контролируемого разрыва волокна при приложении поперечной сосредоточенной силы.

2. Установлена функциональная зависимость усилия зажатия волокна от его упругих свойств и конструкции транспортирующего узла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ 2167226 от 03.04.2000. Устройство для штапелирования льняного волокна / Корабельников Р.В., Корабельников А.Р., Пашин Е.Л.
2. Патент РФ 2178021 от 31.07.2000. Устройство для штапелирования и очистки льняного волокна / Корабельников Р.В., Ширяев А.В., Корабельников А.Р.
3. Ширяев А.В., Корабельников Р.В. Разработка новой установки для штапелирования и очистки льняного волокна // Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома, вып. 2, 2001. С.21...24.

4. *Корабельников А.Р. и др.* Обоснование основных параметров питающей пары устройств для получения короткоштапельного волокна методом разрыва // Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома, вып. 3, 2002. С.126...131.

5. *Виноградов Ю.С.* Математическая статистика и ее применение в текстильной и швейной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1970.

6. *Михайлов Б.С., Севостьянов А.Г.* Теория и практика штапельирования жгута методом разрыва. – М.: Легкая индустрия, 1971. С.200.

7. Прочность, устойчивость. Колебания / Справочник в трех томах (под общей ред. И.А. Биргера

и Я.Г. Пановко). – Т. 1. М.: Машиностроение, 1968. С.194...195.

8. *Ширяев А.В.* Определение усилия зажима льняного волокна при его разрыве поперечной сосредоточенной силой // Сб. научн. тр. молодых ученых КГТУ. – Кострома, вып. 3, 2002. С. 40...42.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 01.08.02.