

УДК 677.021

**ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
БОКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИГЛ С ВОЛОКНОМ
И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ
ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА КОТОНИЗАЦИИ ЛЬНА***

А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, С.Н. ВИХАРЕВ, Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ

(Костромской государственный технологический университет)

Расщепление комплексов льняного волокна путем накалывания острием игл происходит достаточно эффективно при обработке зажатой бородки волокон [1]. Причем волокна, находящиеся внутри слоя бородки, имеют худшие условия для накалывания, чем наружные. Поэтому желательно при котонизации обрабатывать игольчатой гарнитурой слои волокон небольшой толщины.

Для повышения эффективности взаимодействия игольчатой гарнитуры с во-

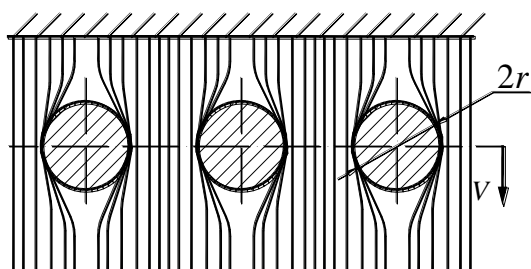
локном необходимо разработать особые технические мероприятия, способствующие как сороудалению, так и процессу расщепления комплексов.

Нами отмечалось ранее [1], что процесс расщепления комплексов может происходить как в результате взаимодействия острия игл с волокном, так и за счет различных воздействий, приводящих к деформациям сдвига, изгиба, кручения и др.

* Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации МД-502.2007.8.

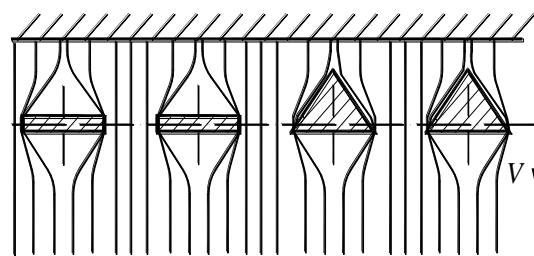
Рассмотрим процесс взаимодействия игл с волокном с позиции повышения контактных напряжений с учетом трения волокна о боковые поверхности игл.

На рис. 1-а показано взаимодействие



а)

боковой поверхности иглы цилиндрической (конической) формы с волокном, а на рис. 1-б показано взаимодействие предлагаемых нами игл прямоугольной и треугольной формы (в сечении) с волокном.



б)

Рис. 1

Для того, чтобы убедиться в том, что варианты с прямоугольным и треугольным профилем более эффективны с позиции большей сцепляемости с волокном, достаточно провести качественную оценку контактных взаимодействий волокна с цилиндром.

Аналогичная задача с использованием теории Герца решалась для хлопковых волокон Бурнашевым Р.З. [2]. Используя все допущения, описанные в этой работе, применим ее для качественных сравнений контактных условий.

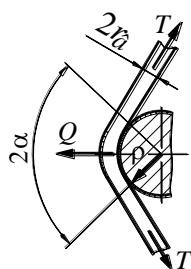


Рис. 2

На рис. 2 показана расчетная схема взаимодействия волокна с переходной поверхностью. Будем считать, что волокно имеет форму цилиндра с радиусом r_b , а переходная поверхность рабочего органа – иглы является цилиндрической с радиусом кривизны ρ (в случае для круглых игл $\rho = r$ (рис. 1-а), а для переходной кромки игл прямоугольного или треугольного профи-

ля $\rho = r_k$, то есть равен радиусу кромки).

Волокно огибает цилиндрическую поверхность иглы и имеет натяжение T . Угол огибания 2α зависит от конструкции иглы и от координаты нахождения игл от зажима волокон.

Среднее значение давления между волокном и иглой будет

$$p_{cp} = \frac{T}{\rho}, \quad (1)$$

а половина ширины полосы контакта определится как:

$$b = \left(\frac{4Tr_b}{\pi\rho} \eta \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

тогда наибольшее давление в зоне контакта согласно теории Герца будет:

$$q^0 = \sqrt{\frac{T}{\pi\eta\rho r_b}}, \quad (3)$$

где T – сила натяжения волокна; η – комплексная характеристика соприкасающихся тел,

$$\eta = \frac{1 - \nu_b^2}{E_b} + \frac{1 - \nu^2}{E}, \quad (4)$$

где ν_b , ν – коэффициенты Пуассона для волокна и стали; E_b , E – модули упругости первого ряда соответственно.

Учитывая, что $E \gg E_b$ можно записать

$$\eta = \frac{1 - \nu_b^2}{E_b}. \quad (5)$$

Учитывая, что для цилиндрических игл $r = 3 \dots 4$ мм, а переходная кромка для игл прямоугольной или треугольной формы $\rho_k = 0,05 \dots 0,1$ мм при всех прочих равных условиях, согласно (3) можно видеть, что наибольшее давление на волокно со стороны игл у игл прямоугольной или треугольной формы будет значительно выше, чем у цилиндрической.

Так как при контакте игл с волокном происходит перемещение относительно друг друга, то при наличии давления появляется трение между волокном и иглой. Представляет интерес, как влияет трение на эквивалентное напряжение в зоне контакта. Под эквивалентным напряжением

$$T = 10,0 \text{ Н}; \nu_b = 0,3; E_b = 300 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2}; r_b = 0,01 \text{ см}; \mu = 0,2 \text{ и } \rho = 0,001 \div 0,5 \text{ см}.$$

В табл. 1 представлены значения давлений и эквивалентных напряжений.

Т а б л и ц а 1

ρ , см	q_0 , Н/см ²	σ , Н/см ²
0,001	31000	18300
0,01	10000	6000
0,1	3100	1830
0,5	1400	840

Как следует из полученных результатов, максимальное давление и напряжение в волокне на иглах с переходными кромками значительно превышает давление при взаимодействии с круглыми иглами. Этот фактор является определяющим и непременно скажется на эффективности дробления льняных волокнистых комплексов.

Таким образом, для повышения эффективности котонизации льняного волокна целесообразно в технологическом процес-

с понимают напряжение, соответствующее переходу от объемного к одноосному напряженному состоянию [2], [3].

Эквивалентное напряжение в наружных слоях волокон при трении вдоль волокон может быть определено из выражения

$$\sigma_{\text{экр}} = q_0 \left((1 - 2\nu_b)^2 + 4\mu^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (6)$$

где μ – коэффициент трения волокна об иглу.

Высокие давления переходных кромок предлагаемых игл в зоне контакта с волокном вместе с трением создают в волокне напряжения, которые будут способствовать расщеплению комплексов и тем самым повышению эффективности утонения волокна.

Для примера произведем оценку наибольших давлений и эквивалентных напряжений при взаимодействии круглых игл и игл с переходными кромками.

Расчет произведем при:

се применять специальную garnитуру, имеющую в сечении прямоугольную или треугольную форму с острыми кромками, что будет способствовать процессу.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Корабельников А.Р., Вихарев С.Н., Корабельников Р.В.* Особенности взаимодействия острия игл garnитуры с волокном при котонизации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №3.
2. *Бурнашев Р.З.* Теоретические основы технологии очистки хлопка-сырца: Дис....докт. техн. наук. – М.1983.
3. *Шелофаст В.В.* Основы проектирования машин. – М. Изд-во АПМ, 2000.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 08.05.08.