

УДК 677.051

## ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА С КРУГЛЫМ ГРЕБНЕМ

*Р.В. КОРАБЕЛЬНИКОВ, А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Э.В. НОВИКОВ*

(Костромской государственный технологический университет)

Разрабатываемая в Костромской государственной университет новая технология переработки тресты и длинного волокна предполагает использование элементов прочеса горстей волокна как на стадии трепания, так и в линии перехода грубого чесания после трепальной машины. Так, например, разработан трепальный барабан для очистки льняного сырца, имеющий бильные планки цилиндрической формы (далее "круглый гребень"), на поверхности которых имеются выступы (зубья), чередующиеся вдоль образующей цилиндра [1].

Изучение взаимодействия зуба круглого гребня с горстью волокна является ак-

туальной задачей, так как круглый гребень обеспечивает щадящий режим обработки волокна, его параллелизацию, способствует выделению из волокнистого слоя кистры с сохранением природной длины волокна.

Преимуществами круглого гребня перед рабочими органами в виде игл является то, что процесс параллелизации и раздвигания слоев волокна проходит также при щадящих условиях. Важную роль в этом случае играет то, что при внедрении зуба в слой волокна (за счет вращения барабана) угол его заострения значительно меньше конструктивного угла. Покажем это.

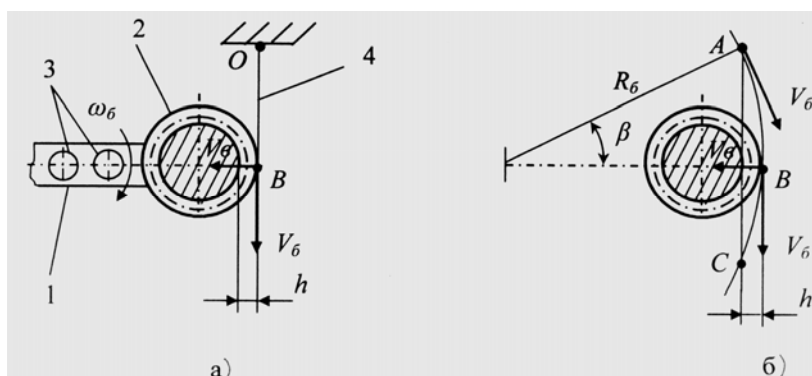


Рис. 1

Рассмотрим особенности взаимодействия волокна на этапе внедрения зуба гребня в волокнистую массу. На рис.1 показана схема взаимодействия круглого гребня с волокном. Здесь на рис.1-а: 1 – било; 2 – круглый гребень с зубьями, чередующимися

вдоль образующей цилиндра; 3 – подбильная решетка; 4 – волокно; на рис.1-б изображена расчетная схема, согласно которой било начинает взаимодействовать с волокном в точке А; в точке В волокно до-

ходит до основания зуба, то есть углубляется на его высоту (высоту зуба)  $h$ .

Из схемы на рис.1-б следует:

$$\beta = \arccos \frac{R_6 - h}{R_6}, \quad (1)$$

где  $R_6$  – радиус трепального барабана.

Средняя скорость радиального относительного перемещения волокна по зубу гребня:

$$V_b = \frac{h}{t_p} = \frac{h\omega_6}{\beta}, \quad (2)$$

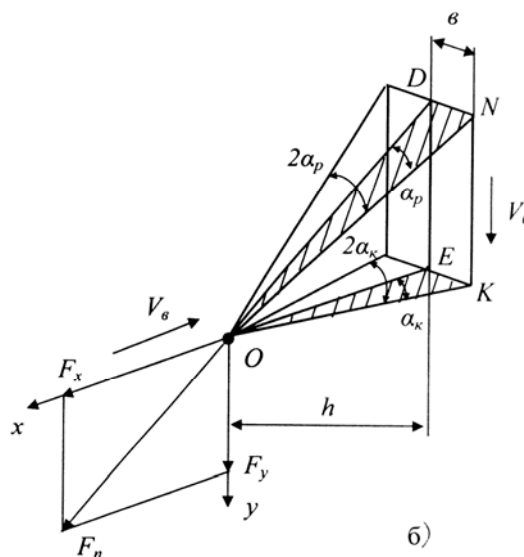
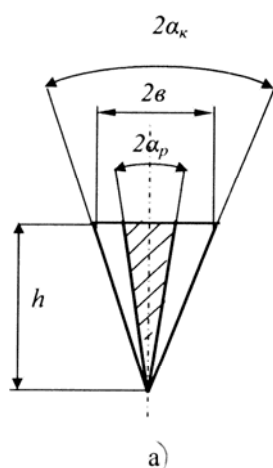


Рис. 2

Особенностью взаимодействия волокна с зубом круглого гребня является то, что рабочий угол значительно меньше конструктивного угла, то есть  $2\alpha_p < 2\alpha_k$ .

Известно [2], что при этом соотношении в процессе резания силы, действующие на волокно, снижаются. Из этого следует, что необходимо знать, как изменяется рабочий угол  $2\alpha_p$  в зависимости от конструктивных и кинематических параметров.

Из рис.2-б запишем:

$$\operatorname{tg} \alpha_k = \frac{EK}{OE} = \frac{b}{h}, \quad (3)$$

где  $t_p$  – время, за которое барабан поворачивается на угол  $\beta$ ;  $\omega_6$  – частота вращения барабана.

Например, при  $\omega_6 = 30 \text{ c}^{-1}$ ,  $t_p \approx 0,017 \text{ c}$ ,  $h = 0,004 \text{ м}$   $V_b = \frac{0,0045}{0,017} \approx 0,23 \text{ м/с}$ .

Используя принцип взаимодействия подвижных ножей с разрезаемым материалом [2], изобразим схему взаимодействия волокна с круглым гребнем (рис. 2, где  $2\alpha_k$  – конструктивный угол заострения зуба гребня;  $2\alpha_p$  – рабочий угол заострения при взаимодействии волокна с гребнем;  $2b$  – ширина основания зуба;  $V_b$  – скорость движения волокна;  $V_6$  – линейная скорость била трепального барабана).

где  $\alpha_k$  – половина конструктивного угла;  $b$  – половина ширины основания гребня;  $h$  – высота зуба, которая из рис.2-б определится как

$$h = OE = V_b t. \quad (4)$$

Используя тот же принцип взаимодействия ножей при резании [2], а также учитывая скорость волокна  $V_b$  и барабана  $V_6$ , получим выражение, по которому можно рассчитывать рабочий угол:

$$\operatorname{tg} \alpha_p = \operatorname{tg} \alpha_k \frac{h}{\sqrt{(V_6 t)^2 + (V_B t)^2}} = \operatorname{tg} \alpha_k \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{V_6}{V_B}\right)^2}}. \quad (5)$$

Обозначив отношение скоростей как  $k = \frac{V_6}{V_B}$ , получим

$$\operatorname{tg} \alpha_p = \operatorname{tg} \alpha_k \frac{1}{\sqrt{1 + k^2}}. \quad (6)$$

На рис.3 показано изменение  $\alpha_p/\alpha_k$  в зависимости от  $k$ , из которого видно, что интенсивное уменьшение соотношения углов наблюдается при  $k < 30$ .

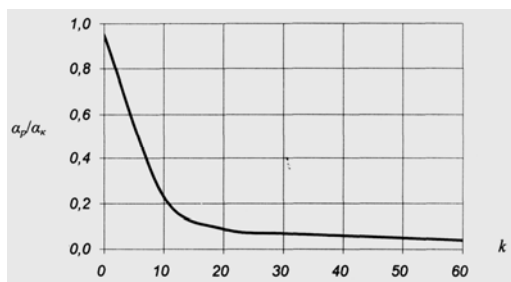


Рис. 3

С увеличением  $k$  сила  $F_n$  (рис.2-б) будет уменьшаться, так как уменьшается угол  $\alpha_p$  [2]. Особенно интенсивно изменяется горизонтальная составляющая  $F_x$ . Это означает, что бильная планка в форме круглого гребня в процессе очистки уменьшит уход длинного волокна в отходы и, разряжая слой, обеспечит эффективное удаление костры изнутри волокна.

Представляет интерес нахождение зависимости конструктивных и скоростных параметров трепальных барабанов от коэффициента  $k$ .

Используя выражение (2) и то, что  $\omega_6 = \frac{V_6}{R_6}$ , получим:

$$V_B = \frac{hV_6}{\beta R_6}. \quad (7)$$

Подставив выражение (7) в зависимость  $k = \frac{V_6}{V_B}$ , будем иметь

$$k = \frac{\beta R_6}{h}. \quad (8)$$

По зависимости (8), задаваясь величиной  $k$ , можно рассчитать высоту зуба.

Таким образом, разработанный трепальный барабан с билами в виде круглых гребней будет обладать более щадящими условиями взаимодействия с обрабатываемым волокном по сравнению с существующими бильными планками в виде пластин, швеллеров, уголков.

Получены зависимости, характеризующие снижение рабочего угла заострения зубьев круглого гребня при взаимодействии с волокном от кинематических и конструктивных параметров, что может быть использовано при проектировании новых рабочих органов трепальных машин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ № 2005112963/12. Трепальный барабан для очистки лубоволокнистых материалов // Корабельников Р.В., Новиков Э.В., Сизов И.П., Астреин Э.П. – Оpubл. 2005.
2. Машиностроение. Энциклопедия в сорока томах. Том IV–13. "Машины и агрегаты текстильной и легкой промышленности". – М.: Машиностроение, 1997.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 01.10.06.