

УДК 677.021.151.256

**ВЛИЯНИЕ ВЫЛЕТА ТЫЛЬНЫХ КРОМОК ТРЕПАЛЬНЫХ БАРАБАНОВ
НА УСКОРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЯДИ ВБЛИЗИ ЗАЖИМА**

**INFLUENCE OF THE BACK EDGES IN SCUTTING DRUMS DISPLACEMENT
ON ACCELERATION OF STRAND ELEMENTS NEAR THE CLIP**

М.С. ЕНИН, Е.Л. ПАШИН
M.S. ENIN, E.L. PASHIN

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: kaf_tplv@mail.ru

На основе оценки ускорений участков пряжи вблизи зажима получено доказательство, что установка тыльных планок на била одного из двух трепальных барабанов будет обеспечивать различие этих ускорений при двухстороннем трепании. Разница этих ускорений зависит от вылета тыльных планок.

On the basis of an strand accelerations assessment the evidence is obtained that back planks installation on the beat of one scutching drums will provide distinction of these accelerations at bilateral scutching. The difference of these accelerations depends on a back planks overhang.

Ключевые слова: процесс трепания, тыльная планка, рабочая кромка, ускорение.

Keywords: scutching, back plank, front edge, acceleration.

Одним из вариантов повышения эффективности обескостривания при трепании лубоволокнистых материалов является использование асимметричных по интенсивности воздействий на обрабатываемый материал билами трепальных барабанов [1]. Была получена модель для определения количества воздействий со стороны бил барабанов для максимального удаления костры под действием силы инерции. Предложено осуществлять это, например, за счет уменьшения диаметра одного из барабанов в трепальных секциях. Однако

такая техническая реализация осуществима только при создании новых трепальных машин.

Поэтому был предложен менее затратный вариант с использованием съемных рабочих органов по отношению к существующим трепальным барабанам. Такими съемными органами могут являться планки, устанавливаемые с тыльной стороны бил одного из барабанов в каждой секции (рис. 1 – поперечный разрез трепальных барабанов с тыльными планками, установленными на одном из барабанов). Анало-

гом такой реализации послужили устройства [2], [3].

В связи с этим возникла задача по исследованию возможностей обеспечения асимметричных по интенсивности воздействий на обрабатываемый материал для интенсификации процесса обескостривания сырца. Указанной асимметричности предлагается достичь за счет различия ускорений элементов пряжи на рабочей кромке с учетом вылета тыльных планок на одном из барабанов.

Целью настоящей работы является получение зависимостей ускорений a_1 , a_2 , определяющих величину сил инерции участков пряжи на рабочей кромке от действия бил барабанов, в зависимости от режимно-конструктивных параметров трепальной машины. Базируясь на известных работах, связанных с оценкой ускорений элементов пряжи при трепании [4...7], рассмотрим конструкцию барабанов, на одном из которых установлены тыльные планки 1 (рис. 1).

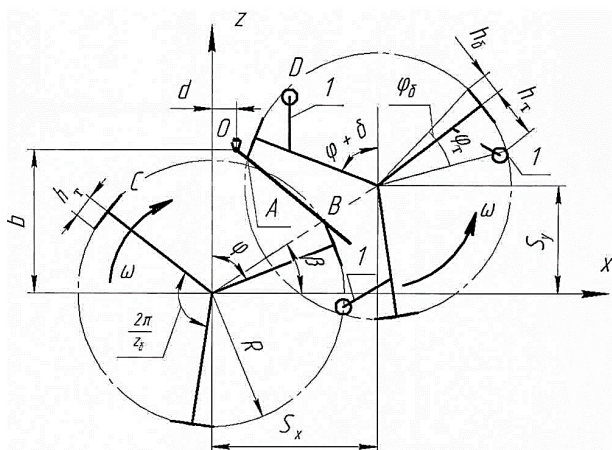


Рис. 1

Примем следующие обозначения: O – точка зажима пряжи в транспортере; A , D – соответственно рабочая и тыльная кромки бильной планки правого барабана; C , B – соответственно рабочая и тыльная кромка бильной планки левого барабана; ω – угловая скорость барабанов; b – вертикальная координата точки зажима; d – горизонтальная координата точки зажима; R – радиус трепального барабана; S_x , S_y – межосевое расстояние барабанов по горизонтали и

вертикали соответственно; φ – угол поворота била левого барабана от начального (вертикального) положения; h_6 – вылет рабочей кромки бильной планки относительно оси била; h_7 – вылет тыльной кромки относительно оси била; φ_6 – угловая координата рабочей кромки бильной планки относительно оси била; φ_7 – угловая координата тыльной кромки относительно оси била; β – угол, образованный линией, соединяющей оси вращения барабанов, и горизонталью; δ – угловое смещение правого барабана, вызванное углом $\beta \neq 0$.

Из рис. 1 следует:

$$\begin{aligned}\varphi_6 &= \arcsin\left(\frac{h_6}{R}\right), \\ \varphi_7 &= \arcsin\left(\frac{h_7}{R}\right), \\ \beta &= \arctg\left(\frac{S_y}{S_x}\right).\end{aligned}\quad (1)$$

Поправка на угол δ (при $\beta \neq 0$) обеспечивает при моделировании условие ударов рабочих кромок по пряжи через равные интервалы:

$$\varphi_{\text{инт}} = \frac{\pi}{z_6}, \quad (2)$$

где z_6 – число бил на барабане.

Из геометрических построений с учетом (2) найдем угловое смещение била правого барабана:

$$\delta = 2\beta - \frac{\pi}{z_6}. \quad (3)$$

Известно [8], что наибольшее влияние на полное ускорение элемента пряжи, огибающего кромку била, оказывает нормальная составляющая относительного ускорения:

$$a \approx a_{\text{отн}}^n = \frac{v_r^2}{r}, \quad (4)$$

где $v_r = \frac{ds}{dt}$ – относительная скорость элемента пряжи, м/с; r – радиус кривизны пря-

ди при огибании рабочей кромки, m ; s – расстояние от точки зажима до рабочей кромки бильной планки, m .

Для элемента пряди на рабочей кромке в точке А относительная скорость v_{rA} определится:

$$v_{rA} = \frac{d(OA)}{dt}, \quad (5)$$

где OA – расстояние между точками O и A .

Определим относительную составляющую скорости элемента пряди на кромке А в момент удара рабочей кромки правого барабана по пряди. В этом случае для левого барабана $h_T = h_6$ (рис. 1). Зная координаты точек А и О, расстояние OA можно определить:

$$OA = \sqrt{(x_A - x_O)^2 + (z_A - z_O)^2}. \quad (6)$$

Приняв начало координат на оси вращения левого барабана, законы изменения координат точек запишутся в виде:

$$\begin{aligned} x_0 &= d; z_0 = b; \\ x_A &= S_x - R \sin(\varphi + \varphi_6 + \delta); \\ z_A &= S_y + R \cos(\varphi + \varphi_6 + \delta). \end{aligned} \quad (7)$$

$$v_{rA} = \frac{-\omega R((S_x - d) \cos(\varphi + \varphi_6 + \delta) + (S_y - b) \sin(\varphi + \varphi_6 + \delta))}{\sqrt{R^2 + b^2 + d^2 + S_x^2 + S_y^2 - 2(S_x d + S_y b) + 2R(\cos(\varphi + \varphi_6 + \delta)(S_y - b) - \sin(\varphi + \varphi_6 + \delta)(S_x - d))}}. \quad (10)$$

При ударе по пряди рабочей кромкой С условия несколько изменятся, так как при этом $h_T > h_6$. Докажем это, определив относительную составляющую скорости элемента пряди на кромке С в момент удара рабочей кромки левого барабана по пряди (рис. 2 – положение бил в момент удара по пряди бильной планки левого барабана):

$$v_{rC} = \frac{d(OC)}{dt}, \quad (11)$$

где OC – расстояние между точками O и C .

Учитывая, что точка зажима O находится на прямой, проходящей через две крайние точки поля трепания, найдем горизонтальную координату точки зажима (рис. 1):

$$d = \frac{\sqrt{S_x^2 + S_y^2}}{2 \cos \beta} - b \frac{S_y}{S_x}. \quad (8)$$

Определим угол поворота барабана $\varphi = \varphi_1$, при котором кромка А начнет взаимодействовать с прядью. Это вытекает из геометрического условия, когда точки O , А и В расположатся вдоль одной прямой (как показано на рис. 1):

$$(x_O - x_B)(z_A - z_B) = (x_A - x_B)(z_O - z_B), \quad (9)$$

где $x_B = R \sin(\varphi + \varphi_T)$; $z_B = R \cos(\varphi - \varphi_T)$.

Из (5) и (6) после дифференцирования с учетом того, что угол поворота била зависит от угловой скорости барабана ω , как $\varphi = \omega t$, проведя необходимые вычисления получим:

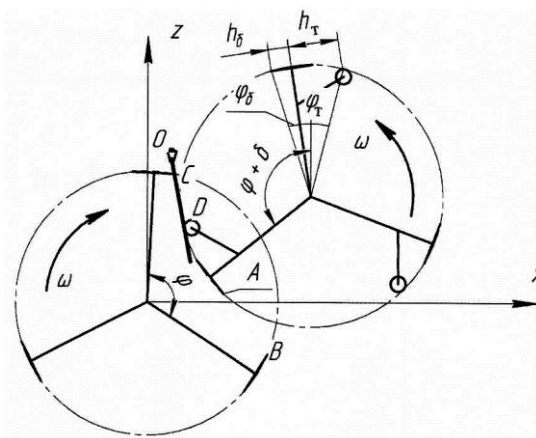


Рис. 2

Расстояние ОС определится аналогично (6), при этом

$$x_C = R \sin\left(\varphi + \varphi_6 - \frac{2\pi}{z_6}\right),$$

$$z_C = R \cos\left(\varphi + \varphi_6 - \frac{2\pi}{z_6}\right).$$

Угол поворота барабана $\varphi = \varphi_2$, при котором кромка С войдет во взаимодействие с прядью, найдем аналогично (9), когда

точки О, С и D расположатся вдоль одной прямой (рис. 2). Тогда

$$x_D = S_x - R \cos\left(\varphi + \delta - \varphi_T - \frac{\pi}{2}\right),$$

$$z_D = S_y - R \sin\left(\varphi + \delta - \varphi_T - \frac{\pi}{2}\right).$$

В этом случае будет выполняться условие $\varphi_{\text{инт}} = \varphi_2 - \varphi_1$. Необходимо заметить, что координаты точек В и D получены для конструкции трехбильного барабана ($z_6=3$). Относительная скорость кромки С определится следующим образом:

$$v_{TC} = \frac{-\omega R \left(d \cos\left(\varphi + \varphi_6 - \frac{2\pi}{z_6}\right) - b \sin\left(\varphi + \varphi_6 - \frac{2\pi}{z_6}\right) \right)}{\sqrt{R^2 + b^2 + d^2 - 2R \left(d \sin\left(\varphi + \varphi_6 - \frac{2\pi}{z_6}\right) + b \cos\left(\varphi + \varphi_6 - \frac{2\pi}{z_6}\right) \right)}}. \quad (12)$$

Используя (10), (12) и (13), определим характер изменения ускорений элемента пряди в момент удара по нему рабочей кромки для конструкции трепальной машины агрегата МТА-1Л со следующими параметрами: радиус барабанов $R = 0,37$ м; межосевое расстояние $S_x = 0,461$ м, $S_y = 0,3$ м; $\omega = 26,2$ рад/с (что соответствует частоте вращения барабанов 250 мин^{-1}); радиус кривизны пряди на рабочей кромке примем в допущении равным радиусу закругления рабочей кромки $r = 1,5$ мм; вертикальная координата точки зажима $b = 0,4$ м; вылет рабочей кромки относительно оси била $h_6 = 0,06$ м.

Искомое изменение ускорений исследуем в зависимости от величины вылета h_T кромки тыльной планки от стойки била на правом барабане. На рис. 3 представлена разница ускорений $a_1(\varphi_1)$ и $a_2(\varphi_2)$ (на графике обозначена заштрихованной областью) при разном вылете тыльной кромки, которая обеспечивает асимметричность воздействий во время удара при трепании [1]. Предельное значение вылета ($h_T = 0,16$ м) принято из условия несоударения элементов барабанов.

Анализ полученных результатов показал, что с увеличением вылета h_T разность ускорений a_1 и a_2 возрастает. При вылете $h_T = 0,15$ м разница в ускорениях достигает 28%.

Таким образом, применение дополнительных тыльных планок на билах одного из трепальных барабанов позволяет обеспечить асимметричность трепальных воздействий по их интенсивности в момент начального взаимодействия с обрабатываемой прядью. Это, согласно [1], вероятно, позволит повысить эффективность удаления костры под действием сил инерции.

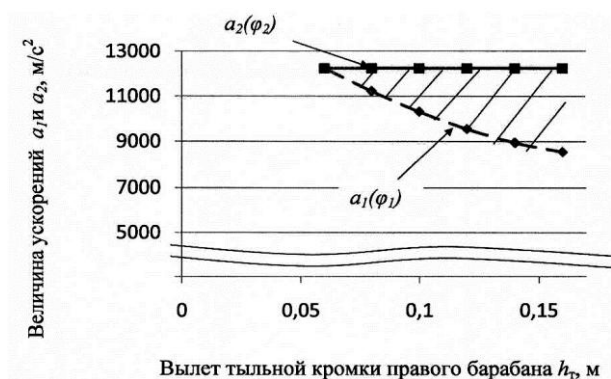


Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. При определении ускорений элемента пряжи, возникаемых при начальном воздействии била, следует учитывать вылет тыльной кромки бильной планки.

2. Доказана возможность обеспечения различий ускорений элементов обрабатываемого материала в момент начального воздействия бил при двухстороннем трепании за счет установки тыльных планок на один из барабанов.

3. Увеличение вылета кромки тыльной планки приводит к росту различий по интенсивности двухсторонних воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Енин М.С., Пашин Е.Л.* Моделирование процесса удаления костры из слоя льняного сырца при трепании. – Кострома: КГТУ, 2013 - 15 с. - Деп. в ВИНТИ 27.09.2013, №274-В2013.

2. Пат. 2250940 РФ. Секция трепальной машины для обработки лубяных волокон / Пашин Е.Л., Бойко С.В. МПК D 01 В 1/16, D 01 В 1/26 ; патентообладатель Всероссийский науч.-исслед. ин-т по переработке лубяных культур; заявл. 13.04.2004; опубл. 27.04.2005, Бюл. № 12.

3. Пат. 2350701 РФ. Секция трепальной машины для обработки лубяных волокон / Пашин Е.Л., Бойко С.В., Шевалдин Д.М., Енин М.С. МПК D 01 В 1/16, D 01 В 1/26; патентообладатель Всероссийский науч.-исслед. ин-т по переработке лубяных культур; заявл. 03.09.2007; опубл. 27.03.2009, Бюл. №9.

4. *Неронов Н.А.* Силы инерции в процессе обескостривания лубяных волокон при одностороннем воздействии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1958, №5. С. 14...19.

5. *Панов Д.Н.* О некоторых вопросах теории процесса трепания лубяных волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1963, №4. С. 42...50.

6. *Неронов Н.А.* Некоторые вопросы динамики в процессе трепания лубяных волокон // Изв. вузов.

Технология текстильной промышленности. – 1963, №5. С. 50...52.

7. *Лапшин А.Б., Пашин Е.Л.* Развитие теории процесса трепания льна. – Кострома: КГТУ, 2004.

8. *Ипатов А.М.* Теоретические основы механической обработки стеблей лубяных культур. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

REFERENCES

1. Enin M.S., Pashin E.L. Modelirovanie processa udalenija kostry iz sloja l'njanogo syrca pri trepanii. – Kostroma: KGTU, 2013 - 15 s. - Dep. v VINITI 27.09.2013, №274-V2013.

2. Pat. 2250940 RF. Sekcija trepal'noj mashiny dlja obrabotki lubjanyh volokon / Pashin E.L., Bojko S.V. MPK D 01 V 1/16, D 01 V 1/26 ; patentoobladatel' Vserossijskij nauch.-issled. in-t po pererabotke lubjanyh kul'tur; zajavl. 13.04.2004; opubl. 27.04.2005, Bjul. № 12.

3. Pat. 2350701 RF. Sekcija trepal'noj mashiny dlja obrabotki lubjanyh volokon / Pashin E.L., Bojko S.V., Shevaldin D.M., Enin M.S. MPK D 01 V 1/16, D 01 V 1/26; patentoobladatel' Vserossijskij nauch.-issled. in-t po pererabotke lubjanyh kul'tur; zajavl. 03.09.2007; opubl. 27.03.2009, Bjul. №9.

4. *Neronov N.A.* Sily inercii v processe obeskostrivaniya lubjanyh volokon pri odnostoronnem vozdejstvii // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1958, №5. S. 14...19.

5. *Panov D.N.* O nekotoryh voprosah teorii processa trepanija lubjanyh volokon // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1963, №4. S. 42...50.

6. *Neronov N.A.* Nekotorye voprosy dinamiki v processe trepanija lubjanyh volokon // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1963, №5. S. 50...52.

7. *Lapshin A.B., Pashin E.L.* Razvitie teorii processa trepanija l'na. – Kostroma: KGTU, 2004.

8. *Ipatov A.M.* Teoreticheskie osnovy mehanicheskoj obrabotki steblej lubjanyh kul'tur. – М.: Legprombytizdat, 1989.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 17.11.14.