

Биоклеи в древесной промышленности используются для замены токсичных и канцерогенных формальдегидных клеев. Новый клей производится из промышленных биоотходов, очищенных и обработанных специальным образом. В результате получается смесь с хорошими связующими свойствами, содержащая белок, полисахариды и природные сшивающие агенты. Этот клей является нетоксичным и разлагается биологически после истечения срока службы изделия, что позволяет перерабатывать древесину или использовать её повторно.

В результате проведенных исследований установлено, что клеи биологического происхождения имеют схожие по значениям характеристики, оценивающие клеевые основы, с широко распространенными синтетическими адгезивами и могут быть использованы в качестве связующего.

Список использованных источников

1. Баяндин М.А. Древесностружечные плиты на связующем модифицированным декстраном // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. № 2-1 (13-1). С. 355-359.
2. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных материалов: учеб. пособие для вузов / Ю.П. Горлов, А.П. Меркин, А.А. Устенко. М.: Стройиздат, 1980. 399 с.
3. Пашкин С.В. Инновационные технологии получения экологически чистых клеевых материалов на основе водорастворимого биоклея из низкосортной древесины / С.В. Пашкин, М.А. Иванова, В.М. Щёколов // Лесной вестник. 2012. №8. С.59-63.

УДК 621.785.532

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЯЮЩИХ РОЛИКОВ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛОТНА ЛЕНТОЧНОЙ ПИЛЫ

THE EFFECT OF GUIDE ROLLERS ON THE STRESS STATE OF THE BAND SAW BLADE

Киселев С.В., Блохин А.В., Лукаш В.Т.

(Белорусский государственный технологический университет, Минск, Республика Беларусь)

Kiselev S.V., Blakhin A.V., Lukash V.T.

(Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus)

В работе произведен теоретический анализ влияния роликовых направляющих на напряженное состояние полотна ленточной пилы. Установлено, что при прогибе пилы под направляющими $y = 5$ мм, величине напряжения от предварительного натяжения $\sigma = 100$ МПа напряжения от действия роликовых направляющих достигали 90 МПа.

The paper provides a theoretical analysis of the effect of roller guides on the stress state of the band saw blade. It was found that when the saw deflected under the guides $y = 5$ mm, the magnitude of the pre-tensioning stress $\sigma = 100$ MPa, the stresses from the action of the roller guides reached 90 MPa.

Ключевые слова: ленточная пила, направляющие ролики, деформация, напряжения

Keywords: band saw, roller guides, deformation, stresses

Обеспечить снижение затрат на электрическую энергию и потерь древесины можно добиться, используя ленточное пиление на горизонтальных станках легкого класса. Основным режущим инструментом для станков такого класса являются узкие ленточные пилы. Использование такого типа технологического оборудования позволяет повысить процент выхода пиломатериалов на 10-15%, в том числе, за счет учета индивидуальных особенностей бревен подлежащих распиловке. Это особенно актуально при распиловке ценных пород древесины.

Работу такого оборудования часто сопровождают разрывы пильного полотна, вызывающие простои оборудования, что непосредственно сказывается на производительности [1, 2].

Целью данной работы является установить, какой вклад в напряженное состояние пилы вносят напряжения, возникающие в полотне пилы, из-за влияния направляющих роликов.

Роликовые отжимные направляющие на ленточнопильном станке установлены таким образом, что отгибают ленточную пилу от прямолинейного положения на величину $y = 5\text{--}6\text{ мм}$. В данном случае ленточную пилу можно рассматривать как гибкий стержень, нагруженный продольными растягивающими и поперечными изгибающими силами (рисунок 1).

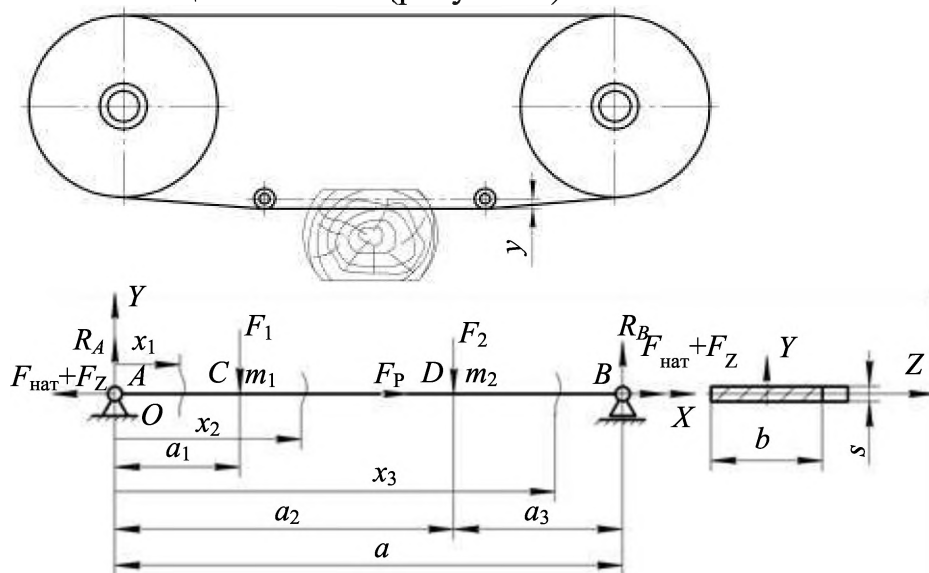


Рисунок 1 – Расчетная схема

Напряжений от действия отжимных роликовых направляющих:

$$\sigma_{m1} = \frac{E\chi_{m1}s}{2},$$

$$\sigma_{m2} = \frac{E\chi_{m2}s}{2}.$$

где s – толщина полотна пилы.

Определим кривизну χ и радиус кривизны ρ полотна пилы в местах установки роликов. Поперечные силы F_1 и F_2 являются силами давления направляющих роликов на полотно пилы. С определенной точностью продольную растягивающую силу S можно представить как сумму силы натяжения пилы $F_{нат}$ и суммарной касательной силы резания F_Z : $S = F_{нат} + F_Z$.

Реакции опор в точках А и В будут иметь следующие значения:

$$R_A = \frac{F_1(a - a_1)}{a} + \frac{F_2 a_3}{a}; \quad (1)$$

$$R_B = \frac{F_1 a_1}{a} + \frac{F_2 a_2}{a}, \quad (2)$$

где a – расстояние между осями шкивов.

Приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня для участка АС:

$$EJ_Y y_1'' - S_1 y_1 = R_A x_1; \quad (3)$$

где $J_Y = b \cdot s^3 / 12$ – момент инерции поперечного сечения пилы относительно оси Y , y_1 – перемещение (прогиб) стержня на участке АС по оси X . Разделим обе части уравнения 3 на EJ_Y и введем обозначение:

$$k_1^2 = \frac{S}{EJ_Y}. \quad (4)$$

Тогда уравнение 3 примет вид:

$$y_1'' - k_1^2 y_1 = \frac{R_A}{EJ_Y} x_1 \quad (5)$$

Решение этого уравнения будет иметь вид:

$$y_1 = C_1 \cosh(k_1 x_1) + C_2 \sinh(k_1 x_1) - \frac{R_A}{S} x_1$$

где C_1, C_2 – постоянные интегрирования, которые определяются из граничных условий. Используя одно из граничных условий, что при $x_1 = 0$ прогиб $y_1 = 0$, найдем $C_1 = 0$. Тогда уравнение прогибов для участка АС примет вид:

$$y_1 = C_2 \sinh(k_1 x_1) - \frac{R_A}{S} x_1. \quad (6)$$

Запишем уравнение углов поворота для участка АС:

$$y_1' = C_2 k_1 \cosh(k_1 x_1) - \frac{R_A}{S}. \quad (7)$$

Приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня для участка CD запишется аналогично уравнению 4.36:

$$EJ_Y y_2'' - S_2 y_2 = R_A x_2 - F_1(x_2 - a_1),$$

или

$$y_2'' - k_2^2 y_2 = \frac{(R_A - F_1)x_2}{EJ_Y} + \frac{F_1 a_1}{EJ_Y}, \quad (8)$$

где

$$k_2^2 = \frac{S}{EJ_Y}.$$

Решением уравнения 8 будет:

$$y_2 = D_1 \cosh(k_2 x_2) + D_2 \sinh(k_2 x_2) - \frac{(R_A - F_1)x_2}{S} - \frac{F_1 a_1}{S}, \quad (9)$$

где D_1, D_2 – постоянные интегрирования.

Запишем уравнение углов поворота для участка CD:

$$y_2' = D_1 k_2 \sinh(k_2 x_2) + D_2 k_2 \cosh(k_2 x_2) - \frac{R_A - F_1}{S}. \quad (10)$$

Для определения постоянных интегрирования используем условия на границе участков AC и CD :

$$\text{при } x_1 = x_2 = a_1, \quad y_1 = y_2, y_1' = y_2'.$$

Используя эти граничные условия, получим:

$$\left. \begin{aligned} C_2 \sinh(k_1 a_1) - \frac{R_A}{S} a_1 &= D_1 \cosh(k_2 a_1) + D_2 \sinh(k_2 a_1) - \frac{R_A a_1}{S}, \\ C_2 k_1 \cosh(k_1 a_1) - \frac{R_A}{S} &= D_1 k_2 \sinh(k_2 a_1) + D_2 k_2 \cosh(k_2 a_1) - \frac{R_A - F_1}{S}. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Запишем приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня для участка DB .

$$EJ_y y_3'' - S y_3 = R_A x_3 - F_1(x_3 - a_1) - F_2(x_3 - a_2), \quad (12)$$

или

$$y_3'' - k_3^2 y_3 = \frac{(R_A - F_1 - F_2)x_3}{EJ_y} + \frac{F_1 a_1}{EJ_y} + \frac{F_2 a_2}{EJ_y},$$

где

$$k_3^2 = \frac{S}{EJ_y}.$$

Учитывая, что $R_A - F_1 - F_2 = -R_B$, $F_1 a_1 + F_2 a_2 = R_B a$, можно записать:

$$y_3'' - k_3^2 y_3 = \frac{R_B a}{EJ_y} - \frac{R_B x_3}{EJ_y}. \quad (13)$$

Решением уравнения 11 будет:

$$y_3 = A_1 \cosh(k_3 x_3) + A_2 \sinh(k_3 x_3) + \frac{R_B x_3 - R_B a}{S},$$

где A_1, A_2 – постоянные интегрирования.

Запишем уравнение углов поворота для участка DB :

$$y_3' = A_1 k_3 \sinh(k_3 x_3) + A_2 k_3 \cosh(k_3 x_3) + \frac{R_B}{S}.$$

Примем граничные условия для определения постоянных интегрирования:

$$\text{при } x_2 = x_3 = a_2, \quad y_2 = y_3, y_2' = y_3' \quad (14)$$

$$\text{при } x_3 = a, \quad w_3 = 0. \quad (15)$$

С учетом граничных условий:

$$\left. \begin{aligned} D_1 \cosh(k_2 a_2) + D_2 \sinh(k_2 a_2) - \frac{(R_A - F_1)a_2 + F_1 a_1}{S} &= A_1 \cosh(k_3 a_2) + \\ + A_2 \sinh(k_3 a_2) + \frac{R_B a_2 - R_B a}{S}, \\ D_1 k_2 \sinh(k_2 a_2) + D_2 k_2 \cosh(k_2 a_2) - \frac{R_A - F_1}{S} &= A_1 k_3 \sinh(k_3 a_2) + \\ + A_2 k_3 \cosh(k_3 a_2) + \frac{R_B}{S}, \\ A_1 \cosh(k_3 a) + A_2 \sinh(k_3 a) &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Из уравнений 9 и 14 определяются постоянные интегрирования через силы F_1 и F_2 и размеры a_1 , a_2 и a_3 . После этого можно записать перемещения под силами F_1 и F_2 :

$$\left. \begin{aligned} y_{m1} &= D_1 \cosh(k_2 a_1) + D_2 \sinh(k_2 a_1) - \frac{(R_A - F_1)a_1 + F_1 a_1}{S}, \\ y_{m2} &= D_1 \cosh(k_2 a_2) + D_2 \sinh(k_2 a_2) - \frac{(R_A - F_1)a_2 + F_1 a_1}{S}. \end{aligned} \right\}$$

Учитывая значение R_A , получим:

$$\left. \begin{aligned} y_{m1} &= D_1 \cosh(k_2 a_1) + D_2 \sinh(k_2 a_1) - \frac{F_1 a_1}{S} + \frac{F_1 a_1^2}{aS} - \frac{F_2 a_1 a_3}{aS}, \\ y_{m2} &= D_1 \cosh(k_2 a_2) + D_2 \sinh(k_2 a_2) + \frac{F_1 a_1 a_2}{aS} - \frac{F_2 a_3 a_2}{aS} - \frac{F_1 a_1}{S}. \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Из системы 17 уравнений можно определить силы F_1 и F_2 через соответствующие перемещения.

Определим кривизну полотна пилы под роликами:

$$\chi_{m1} = \frac{1}{\rho_{m1}} = y''_{1(x_1=a_1)} = k_1^2 y_{m1} + \frac{R_A a_1}{EJ_Y} \quad (18)$$

$$\chi_{m2} = \frac{1}{\rho_{m2}} = y''_{2(x_2=a_2)} = k_2^2 y_{m2} + \frac{R_A a_2}{EJ_Y} - \frac{F_1 a_2}{EJ_Y} + \frac{F_1 a_1}{EJ_Y} \quad (19)$$

Принимая прогиб пилы под направляющими $y = 5$ мм, величине напряжения от предварительного натяжения $\sigma_{нат} = 100$ МПа, напряжения от действия роликовых направляющих составили: для точки С $\sigma_{напр1} = 90$ МПа, для точки D $\sigma_{напр.2} = 60$ МПа.

Таким образом, теоретический анализ показал, что направляющие ролики, наряду с предварительным натяжением, вносят ощутимый вклад в напряженное состояние полотна ленточной пилы.

Список использованных источников.

1. Дулевич А. Ф. Механизм разрушения ленточных пил / А. Ф. Дулевич, С. В. Киселев // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообаб. пром-сть. 2007. Вып. XV. С. 283–286.
2. Феоктистов А. Е. Ленточнопильные станки. М.: Лесная промышленность, 1976. 152 с.