

Список использованных источников

1. ГОСТ 32593-2013. Чай и чайная продукция. Термины и определения. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200111504>. – Дата доступа: 1.03.2022).
2. ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части её маркировки. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902320347>. – Дата доступа: 1.03.2022).
3. ГОСТ Р 51074-2003. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования (с Изменениями № 1, 2). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200035978>. – Дата доступа: 1.03.2022.
4. ГОСТ 32573-2013. Чай чёрный. Технические условия. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200109613>. – Дата доступа: 1.03.2022.
5. ГОСТ 32572-2013. Чай. Органолептический анализ (с поправкой). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200109598>. – Дата доступа: 1.03.2022.

УДК 677.021: 539.422.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗРЫВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКНИСТЫХ КОМПЛЕКСОВ ТРЕПАНОГО ЛЬНОВОЛОКНА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЕГО РАЗРЫВА НА МАШИНЕ РМП-1

Овчаренко А.С.¹ студ., Орлов А.В.² к.т.н., доц., Пашин Е.Л.¹ д.т.н., проф.

*¹Костромская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Кострома, Российская Федерация*

*²Костромской государственный университет,
г. Кострома, Российская Федерация*

Реферат. В статье представлены результаты экспериментального исследования разрывного усилия и коэффициента жесткости при растяжении элементарных волокнистых комплексов, составляющих трепаное льняное волокно для моделирования процесса его растяжения и разрыва на машине РМП-1. С применением тензометрии и специально созданного измерительного стенда получены численные значения указанных характеристик с учетом их варьирования. Сделан вывод, что моделирование поведения ЭК льняного волокна при растяжении можно осуществлять на основе механической модели тела Гука.

Ключевые слова: льняное волокно, моделирование, разрыв, разрывные характеристики, механическая модель тела Гука.

При оценке качества трепаного льняного волокна по действующему межгосударственному ГОСТ 10330-76 используется разрывная машина РМП-1 с маятниковым силоизмерителем, применение которого снижает точность результатов определения разрывного усилия [1]. В этой связи была поставлена задача по совершенствованию конструкции этой машины. Для её решения появилась необходимость в исследовании особенностей нагружения и разрыва волокна. Для этого предложено использовать метод структурно-имитационного моделирования процесса, эффективность которого подтверждена в [2].

Для обоснования исходной механической модели волокна, как реологического материала, появилась необходимость в экспериментальном определении важнейших разрывных характеристик. Прежде всего, к ним относили разрывное усилие и упругость элементарных комплексов (ЭК) волокон, из которых состоит навеска трепаного волокна, анализируемого на РМП-1.

Для исследования были подготовлены две партии стеблей стланцевой тресты с разной степенью вылежки (1 – недолежалая и 2 – перележалая треста). Из них с использованием лабораторного станка СМТ-500 было получено трепаное волокно. По стандартной методике были подготовлены пробы (навески) длиной 0,27 м и массой 0,42 г. Из навесок отбирали единичные ЭК для разрыва.

Для определения разрывного усилия и коэффициента жесткости ЭК был разработан экспериментальный стенд на базе машины РМП-1, обеспечивающий с использованием тензометрии определение требуемых характеристик. Внешний вид и схема стенда, указаны на рисунке 1 (а и б).

Подготовленный ЭК закрепляли в зажимах, один из которых закреплен на тензобалке. Она закреплена на подвижном основании с приводом, что обеспечивает изменение межзажимного расстояния. Тензодатчики, введенные в мостовую измерительную схему, обеспечивают формирование сигнала, увеличение которого пропорционально усилию, прилагаемому к зажиму на конце тензобалки. Сигнал усиливали промежуточным усилителем ПУ, а далее посредством внешнего аналого-цифрового преобразователя АЦП (марка Е-154), его преобразовывали для обработки на ЭВМ с использованием программы LGraph 2. В итоге получали массив сигналов, изменяющихся в процессе натяжения и разрыва ЭК. Для преобразования сигналов в значения усилий F , проводили тарировку тензобалки.

Величину коэффициента жесткости на растяжение $K_{ЭК}$ оценивали из условия, вытекающего из схемы, представленной на рисунке 2.

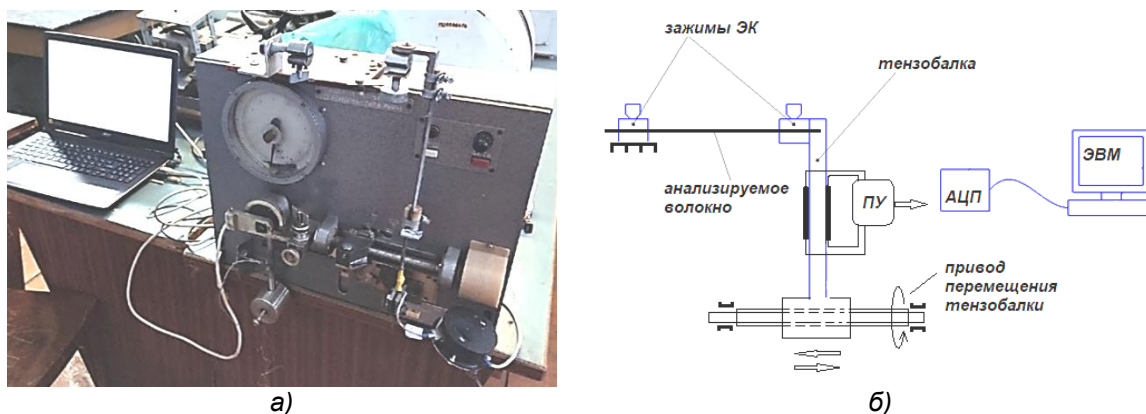


Рисунок 1 – Экспериментальный стенд и схема его работы для определения разрывных характеристик ЭК трепанного волокна

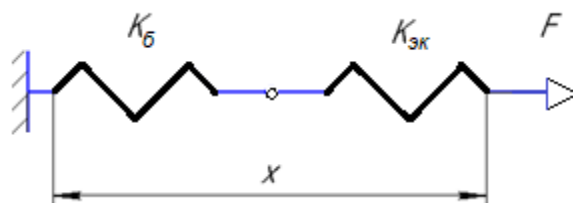


Рисунок 2 – Схема деформирования системы «ЭК – упругая балка»

Значение $K_{ЭК}$ определяли по формуле:

$$K_{ЭК} = \frac{1}{\frac{x}{F} - \frac{1}{K_б}}, \quad (1)$$

где x – величина смещения основания балки, равная $v \cdot t$ (v – скорость перемещения основания балки; t – время перемещения); F – сила, возникающая при растяжении; $K_б$ – коэффициент жесткости балки при её прогибе.

Испытание ЭК проводили в 15 кратной повторности, что обеспечивало точность опыта до 10...15 %. На рисунке 3 представлены типичные графические зависимости изменения усилия до разрыва ЭК для партии 1 и 2. Для этих партий получены следующие значения разрывного усилия и коэффициента жесткости ЭК. Для партии 1 они, соответственно, равны $4,06 \pm 1,24$ Н и $184,42 \pm 9,63$ Н/м. Для партии 2 – $1,54 \pm 0,40$ Н и $165,42 \pm 13,30$ Н/м.

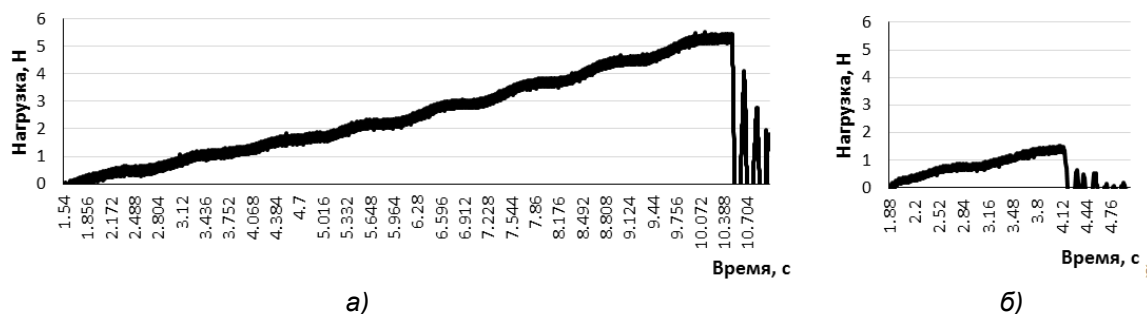


Рисунок 3 – Характер изменения усилия натяжения ЭК в исследуемых партиях волокна а и б

Анализируя характер изменения усилия у волокна из недолежалой тресты, но с более прочным на разрыв волокна, а также волокна из перележалой тресты, можно отметить следующее. В ЭК исследуемых партий волокна при растяжении формируются усилия прямо пропорционально возникающим деформациям.

Используя созданный экспериментальный стенд на базе машины РМП-1, были дополнительно исследованы иные партии льняного волокна с разным качеством (по цвету, линейной плотности и разрывному усилию). Были получены данные по разрывной нагрузке и коэффициенту жесткости на растяжение для ЭК (табл. 1).

Таблица 1 – Значения разрывных характеристик исследуемых партий волокна

Искомые параметры	Номер партии				
	1	2	3	4	5
Разрывное усилие, Н	4,06	1,55	1,05	1,02	2,78
Доверительный интервал (раз. ус.), Н	1,24	0,40	0,36	0,33	0,60
Коэффициент жесткости на растяжение, Н/м	184,43	165,42	157,75	161,82	175,09
Доверительный интервал (коэф. жестк.), Н/м	9,63	13,30	19,08	11,98	9,58

По результатам экспериментального исследования было установлено, что анализируемые партии волокна имеют существенные различия по разрывным характеристикам. Например, по разрывному усилию разница отношение средних значений может достигать два и более раза. Подобные отличия имеют место и для вариации по этой характеристике. Различия по упругости – менее выражены, но вариация по коэффициенту жесткости может различаться существенно (\approx в 1,1...2,0 раза). С учетом полученных данных следует, что моделирование поведения ЭК льняного волокна при растяжении можно осуществлять на основе механической модели тела Гука. При этом совокупность ЭК в виде пучка целесообразно моделировать в виде параллельно расположенных и скрепленных концами упругих элементов (например, в виде пружин), каждая из которых характеризуется разрывным усилием и коэффициентом жесткости на растяжение. При этом с учетом [3], вероятно, потребуется в предложенную механическую модель ввести элементы, имитирующие проявление эффектов, связанных с расположением в пучке закрепленных в зажимах ЭК.

Список использованных источников

1. Голубков, В. С. Испытательные машины в текстильном материаловедении / В. С. Голубков, К. М. Пирагов, Б. Л. Смушкович. – М.: Легпромбытиздат, 1988. – 208 с.
2. Севостьянов, П. А. Компьютерное моделирование в задачах исследования текстильных материалов и производств / П. А. Севостьянов, Д. А. Забродин, П. Е. Дасюк. – М.: «Тисо Принт», 2014. – 264 с.
3. Назаренко, Е. В. Имитационное моделирование процесса растяжения и разрыва пучка волокон / Е. В. Назаренко, Д. Б. Рыклин, С. В. Соколов // Вестник Витебского ГТУ. – 2014, выпуск 27. – С. 62–69.