

УДК 677.11.021

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ И СТЕПЕНИ ВЫЛЕЖКИ ТРЕСТЫ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОДНОТИПНОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА**

Федосова Н.М., Вихарев С.М.<sup>'</sup>

(Костромской государственный технологический университет)

*Прочностные свойства волокна определяют возможные сочетания и интенсивность механических воздействий в процессе обработки, направления дальнейшего использования полученного материала. Приведены результаты оценки прочностных свойств однотипного льняного волокна, полученного при переработке тресты разной степени вылежки по различным технологическим схемам. Анализируемые характеристики определялись по диаграммам растяжения образцов волокна на модернизированной разрывной машине РМП-1.*

### **ОДНОТИПНЫЙ ВОЛОКНИСТЫЙ МАТЕРИАЛ, ВАРИАНТ ОБРАБОТКИ, ДИАГРАММА РАЗРЫВА, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОЛОКОН, ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА**

Низкие выход длинного волокна и уровень использования льняного сырья в целом вызывают необходимость поиска более рациональных направлений переработки имеющегося ассортимента тресты. Одним из таких решений является технология получения волокна без разделения его на длинное и короткое – технология получения однотипного волокна. В мировой практике имеются отдельные образцы оборудования для получения однотипных волокнистых материалов (ОВМ). Однако

---

<sup>'</sup> В статье использованы результаты исследований, проведенных Серовой Ю.В., Карповой Н.Е. в 2010-2011 гг.

актуальной остается разработка и внедрение малогабаритного оборудования, отличающегося пониженной материало- и энергоемкостью. С целью оптимизации набора механических воздействий при переработке льняной тресты проведено сравнительное исследование ОВМ, полученного при реализации нескольких схем обработки (см. табл.).

Варианты обработки тресты

Вариант обработки тресты	Обозначение варианта
Мяльно-трепальный станок СМТ-200М	Схема 1
Плющилка ПС – мяльно-трепальный станок СМТ-200М	Схема 2
Плющилка ПС – 1 модуль мяльной машины М-110Л2 – мяльно-трепальный станок СМТ-200М	Схема 3
Первый модуль мяльной машины М-110Л2 – мяльно-трепальный станок СМТ-200М	Схема 4

Примечание: в станке СМТ-200М реализована однопроцессная обработка материала

Качество однотипного волокна зависит от качества исходного сырья и от технологического процесса его переработки, т.е. от вида, последовательности и режимов технологических операций. Целью настоящей работы являлась оценка прочностных характеристик ОВМ с помощью модернизированной разрывной машины РМП-1 [1]. Помимо различного сочетания механических воздействий изучалось влияние качества тресты, из которой получали ОВМ, на его прочностные характеристики. В частности, в работе использовалась треста недолежалая и треста нормальной степени вылежки.

Следует отметить, что подготовка образцов ОВМ к разрыву осуществлялась по стандартной методике [2], предполагающей подготовку волокнистых ленточек длиной 27 см и массой 420 мг, их предварительное подкручивание и разрыв при расстоянии между зажимами 7 см. Подвижный зажим машины РМП-1 перемещается с постоянной скоростью

в горизонтальной плоскости. Диаграмма разрыва фиксировалась полностью (рис. 1) в осях «Время – Нагрузка», однако при необходимости возможно приведение диаграммы в классическом варианте «Удлинение – Нагрузка».

По полученной на модернизированной машине РМП-1 диаграмме разрыва (рис. 1) рассчитывают такие характеристики разрывной нагрузки испытываемого материала, как продолжительность разрыва образца, с; величину максимального усилия, Н; скорость нарастания растягивающего усилия, Н/с; скорость убывания растягивающего усилия, Н/с; площадь криволинейной трапеции, образованной диаграммой разрыва и осью абсцисс, Н·с.

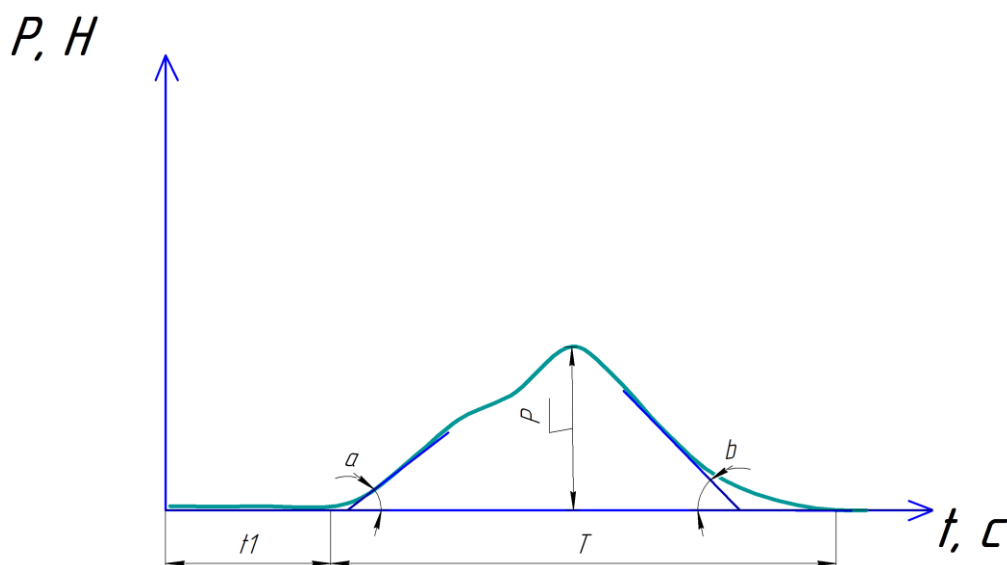


Рис. 1 – Общий вид диаграммы разрыва, получаемой на модернизированной разрывной машине РМП-1:

$t_1$  – время запаздывания;  $T$  – продолжительность разрыва образца;

$P$  – величина максимального усилия

Анализ значений максимальной разрывной нагрузки (рис. 2), подтвердил, что волокна, выделенные из тресты нормальной степени вылежки, являются более прочными в сравнении с волокном, выделенном из недолежалой тресты. Что можно объяснить степенью разрушения в процессе расстила пектино-лигнинного комплекса, придающего хрупкость

волокнистым комплексам. Однако в целом оба вида волокна являются недостаточно прочными. Напомним, что разрыву подвергались скрученные ленточки, сформированные на лентообразователе ЛО-2 из массы волокон, средняя массодлина которых составила 211-239 и 255-300 мм у недолежалой тресты и тресты нормальной степени вылежки соответственно.

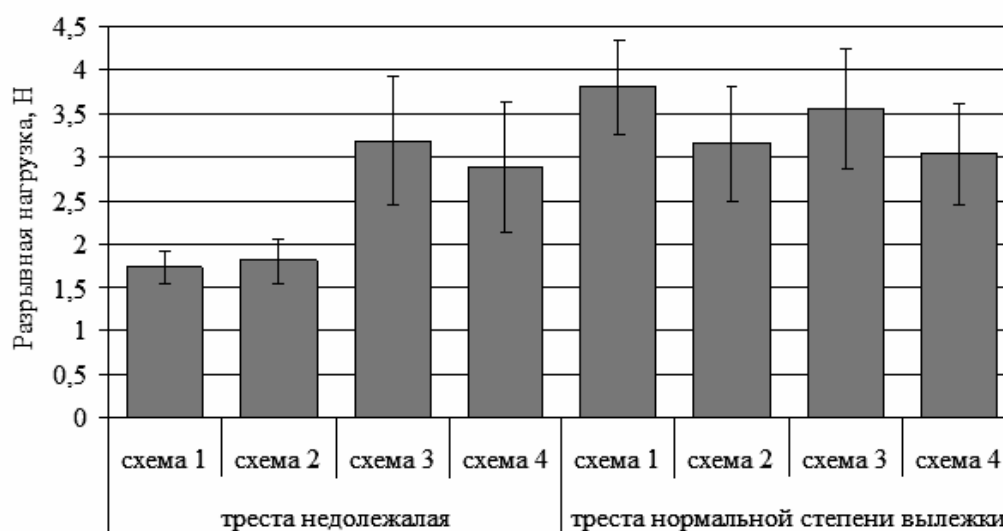


Рис. 2 – Изменение максимальной разрывной нагрузки ОВМ

Максимальная разрывная нагрузка характеризует самые прочные волокна, доля которых в общей массе невелика. Поскольку в процессе переработки волокна перерабатываются в массу, то важна информация о прочностных характеристиках большинства волокон, а также о характере и силе их взаимодействия.

Одной из прочностных характеристик, контролируемых при испытаниях волокнистых материалов, является работа разрыва, под которой понимается работа, совершаемая внешней силой при растяжении образца, показывающая какое количество энергии затрачено на преодоление энергии связи между частицами структуры этого образца при его разрушении. Как правило, работу определяют как площадь, ограниченную кривой на диаграмме растяжения в осях абсолютное

удлинение – усилие. Величину, пропорциональную работе разрыва, можно определить на диаграммах, полученных на модернизированной машине РМП-1, посредством определения площади, ограниченной кривой растяжения и осью абсцисс. Для вычисления работы разрыва необходимо введение поправочного коэффициента, учитывающего скорость перемещения подвижного зажима с закрепленным на нем датчиком перемещения. Анализ средних площадей, приведенных на рис. 2, показал, что волокна, выделенные из недолежалой тресты сопротивляются растягивающей нагрузке гораздо хуже, волокон, выделенных из тресты нормальной степени вылежки. При этом существенной разницы между образцами ОВМ, полученными по исследуемым схемам, практически не наблюдается.

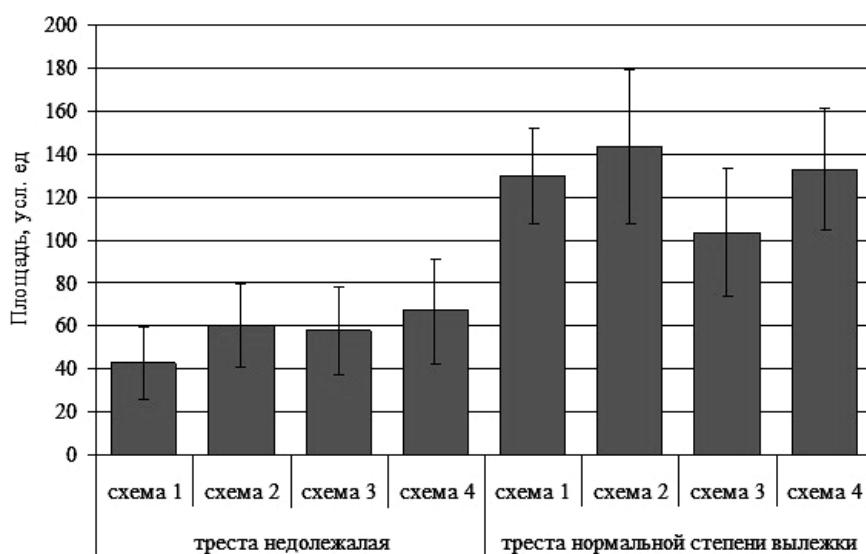


Рис. 3 – Изменение площади криволинейной трапеции

Характеристиками, косвенно определяющими степень взаимодействия волокон при растяжении, могут стать скорость нарастания и убывания нагрузки (рис. 4, 5).

При приложении растягивающей нагрузки к пучку волокон в начале процесса происходит нагружение отдельных волокон, составляющих пучок, при этом в силу неоднородности структуры и свойств волокон их разрыв происходит неравномерно, в разные моменты времени. Слабые

волокна, разрушившиеся первыми, взаимодействуют с другими волокнами пучка за счет возникновения сил трения между волокнами. Поэтому скорость нарастания нагрузки косвенно характеризует не только процесс разрыва, но и начало процесса растаскивания.

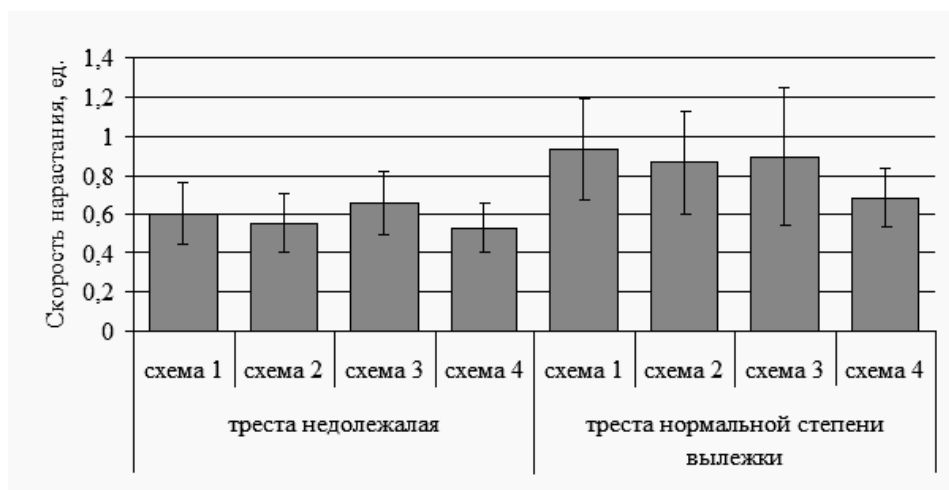


Рисунок 4 – Скорость нарастания нагрузки при разрыве ОВМ

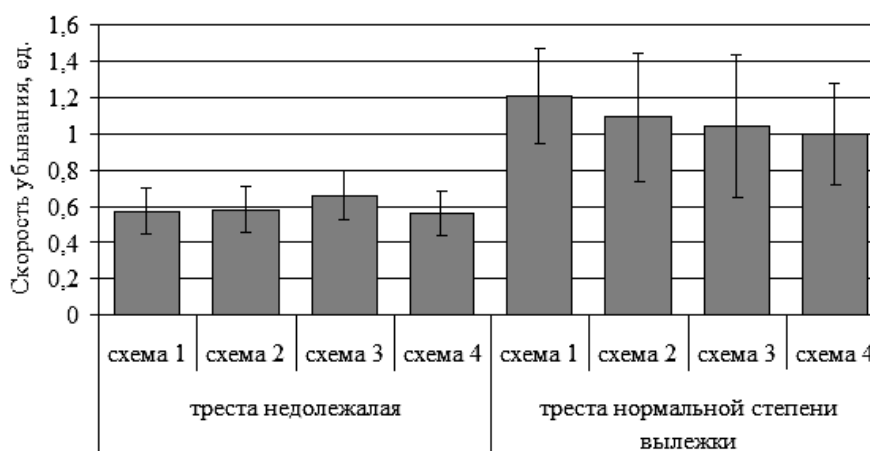


Рисунок 5– Скорость убывания нагрузки при разрыве ОВМ

Что касается скорости убывания, то она контролируется после разрыва всех волокон, включая самые прочные, и характеризует только процесс растаскивания волокон пучка. Совместный анализ скорости нарастания и скорости убывания нагрузки позволит оценивать степень взаимодействия волокон в пучке и в некоторой степени характеризовать силы трения волокон в пучке при растаскивании.

При нагружении образцов до момента разрыва самых прочных волокон взаимодействие волокон в пучках слабое, скорость практически не превышает 1 Н/с. При этом различия между вариантами получения волокна практически не проявляются.

Скорость убывания нагрузки превышает скорость ее возрастания у всех вариантов волокна из тресты нормальной степени вылежки. Что касается образцов волокна из недолежалой тресты, то величины скоростей до разрыва и после него практически не отличаются. Следует отметить, что чем выше скорость растаскивания, тем меньше силы трения, возникающие между волокнами пучка. Полученные результаты свидетельствуют о большем взаимодействии волокон из недолежалой тресты в сравнении с волокнами, выделенными из тресты нормальной степени вылежки.

Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о существенном влиянии исходного качества тресты на все контролируемые прочностные характеристики однотипного волокна. Доля влияния этого фактора в зависимости от характеристики составляет 5-22%. Фактор «вариант обработки» оказывает существенное, но небольшое влияние лишь на величину максимальной разрывной нагрузки (доля влияния составила 3,8%). Это в некоторой степени характеризует степень повреждения волокон в процессе механической обработки льняной тресты.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований для характеристики прочностных свойств волокнистых материалов, определяемых с использованием модернизированной разрывной машины РМП-1, предложено по полученной диаграмме растяжения определять такие

показатели, как максимальная разрывная нагрузка, площадь криволинейной трапеции, образованной диаграммой разрыва, скорость нарастания и скорость убывания нагрузки. Проведен сравнительный анализ прочностных характеристик ОВМ, полученного при переработке тресты разной степени вылежки по различным технологическим схемам, в результате, которого не установлено существенного влияния набора механических воздействий на величину основных разрывных характеристик.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вихарев С.М. Информационно-измерительная система на базе разрывной машины РМП-1 / С.М. Вихарев, Н.В. Батьков, Н.М. Федосова. // Вестник КГТУ, 2008, №17
2. ГОСТ 9394–76. Волокно льняное короткое. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1987.

Fedosova N.M., Vikharev S.M.