

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДРОБЛЕНИЯ ЛЬНЯНОГО КОМПЛЕКСА МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ*

М.В. КИСЕЛЕВ, А.А. СМЕРНОВ, А.М. КИСЕЛЕВ

(Костромской государственной технологической университет)

В [1] разработана математическая модель процесса дробления льняного комплекса. В основе построения математической модели был заложен метод конечных элементов. В качестве входных данных модель содержит 11 факторов строения и физико-механических свойств льняного комплекса. Кроме того, в построенной модели учитывается вероятностный характер входных данных и формы поперечного сечения комплекса. Построение функции отклика и решение задачи оптимизации условий разрушения льняного комплекса с таким большим количеством параметров представляет сложную задачу. Поэтому в данной работе проводилось исследование влияния физико-механических свойств клеящего комплекса на характер процесса дробления льняного комплекса. Данный фактор является основным, влияющим на процесс дробления. Механическое и химическое действие на технологических операциях обработки льняного волокна направлены на разрушение связей между элементарными волокнами комплекса для получения более тонкой пряжи. Исследо-

вание модели выполнялось с помощью вычислительного эксперимента. В качестве варьируемых параметров выбраны 2 величины: предельная деформация до разрушения и предел прочности клеящего комплекса.

Условия проведения вычислительного эксперимента по влиянию предельной деформации разрушения клеящего комплекса приведены в табл. 1.

Таблица 1

Предел прочности клеящего комплекса, Па	Деформация разрыва, %	Предел прочности эл. волокон, Па	Деформация разрыва, %
$2,94 \cdot 10^6$	0,28	$4,5 \cdot 10^8$	2,5
	2,5		
	40		

Результаты расчетов по разработанной модели в виде суммарных графиков представлены на рис. 1 при различных значениях деформации разрыва клеящего комплекса.

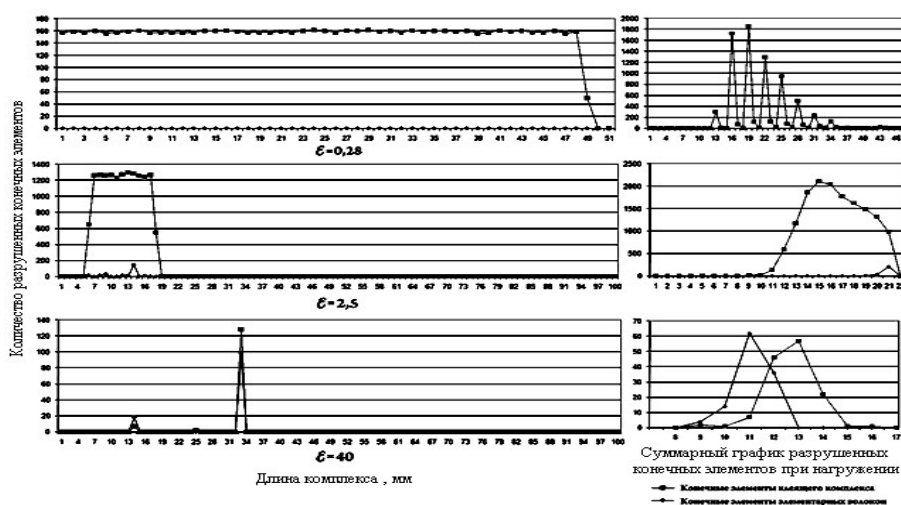


Рис. 1

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук, Р.В. Корабельникова.

Полученные данные свидетельствуют о сильном влиянии фактора предельной деформации на процесс дробления. Чем жестче материал клеящего комплекса (меньше значение предельной деформации), тем лучше идет процесс дробления с точки зрения сохранности целостности элементарных волокон. Это связано с тем, что при малых значениях предельной деформации клеящего комплекса он первым воспринимает прикладываемую нагрузку, а после его разрушения нагрузку начинают воспринимать элементарные волокна. Для наглядного представления условий работы материалов клеящего комплекса и элементарных волокон представим их диаграммы деформирования для условий вычислительного эксперимента на одной схеме (рис. 2: 1, 2, 3 – диаграммы клеящего комплекса; 4 – диаграмма деформирования элементарного волокна).

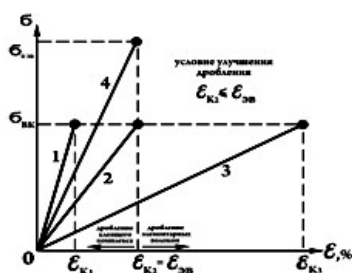


Рис. 2

Тогда можно четко сформулировать условия улучшения дробления комплекса, исходя из соотношения предельных деформаций клеящего комплекса и

элементарных волокон. Для улучшения дробимости комплекса на цельные элементарные волокна необходимо соблюдение условия:

$$\epsilon_{к1} < \epsilon_{эв}, \quad (1)$$

где $\epsilon_{к1}$ – предельная деформация материала клеящего комплекса; $\epsilon_{эв}$ – предельная деформация материала элементарного волокна.

Проведем аналогичный вычислительный эксперимент по влиянию предела прочности материала клеящего комплекса на процесс дробления. Условия проведения вычислительного эксперимента по влиянию предела прочности клеящего комплекса на процесс дробления приведены в табл. 2.

Таблица 2

Предел прочности клеящего комплекса, Па	Деформация разрыва, %	Предел прочности эл. волокон, Па	Деформация, разрыва, %
$1 \cdot 10^5$	2,5	$4,5 \cdot 10^8$	2,5
$5 \cdot 10^6$			
$5 \cdot 10^7$			

Результаты расчетов по разработанной модели в виде суммарных графиков представлены на рис. 3 при различных значениях деформации разрыва клеящего комплекса.

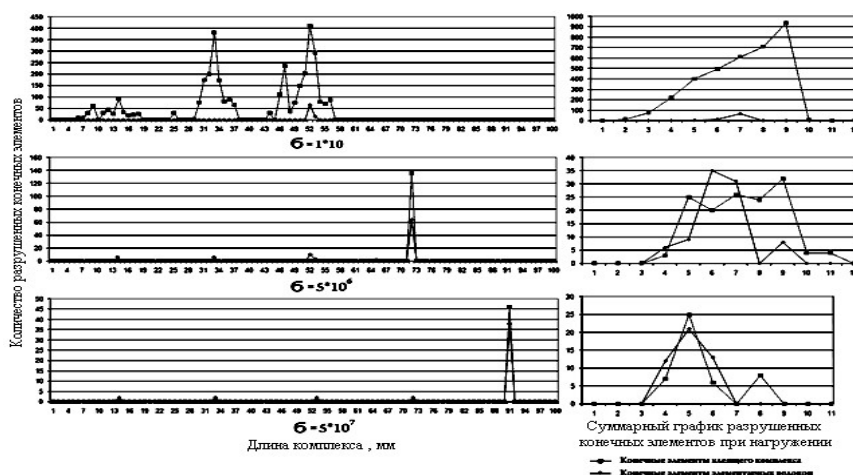


Рис. 3

ВЫВОДЫ

Для наглядного представления условий работы материалов клеящего комплекса и элементарных волокон представим их диаграммы деформирования для условий вычислительного эксперимента на одной схеме (рис. 4: 1, 2, 3 – диаграммы клеящего комплекса; 4 – диаграмма деформирования элементарного волокна).

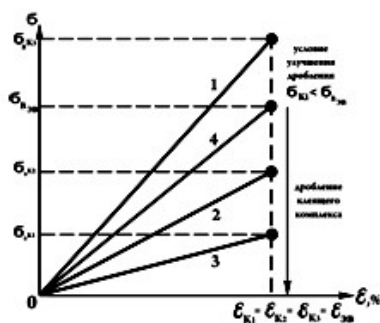


Рис. 4

Из представленных данных на рис.3 и рис. 4 можно однозначно сформулировать условие улучшения дробления льняного комплекса. Для улучшения процесса дробления комплекса необходимо уменьшить предел прочности клеящего комплекса по сравнению с пределом прочности элементарного волокна.

Полученные данные по качественной картине хорошо согласуются с известными данными механики разрушения композитов [2...5].

1. Уменьшение предельной деформации разрушения клеящего комплекса по отношению к предельной деформации разрушения элементарного волокна способствует улучшению дробления льняного комплекса.

2. Уменьшение предела прочности клеящего комплекса способствует улучшению дробления льняного комплекса.

3. Полученные результаты согласуются с известными теориями разрушения композитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев М.В., Смирнов А.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 1С.
2. Екобори Т. Научные основы прочности и разрушения материалов. – Киев: Наукова Думка, 1978.
3. Джейл Ф. Х. Полимерные монокристаллы: Пер. с англ./Под ред. С. Я. Френкеля. – Л.: Химия, 1968.
4. Kausch H. H. // Polymer Fracture, Springer-Verlag, 1978.
5. Carter G.B., Schenk V.T.G. // Structure and Properties of Oriented Polymers/Ed. Ward. I. M. Appl. Sci. Pub. – 1975.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 05.06.09.