

УДК 677.052.94

**ИНТЕГРИРОВАННЫЕ КРИТЕРИИ ДРОБЛЕНИЯ
КОМПЛЕКСА ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА****М.В. КИСЕЛЕВ***(Костромской государственной технологической университет)**

Повышение качества текстильной продукции всегда являлось актуальной задачей производства. В свою очередь качество выпускаемой продукции определяется технологическим процессом обработки исходного сырья и применяемым оборудованием на различных переходах. Для оптимизации технологических процессов и условий работы текстильного оборудования необходимы глубокие знания происходящих при этом процессов. Это возможно реализовать на основе их детального изучения с применением современных подходов системного анализа и компьютерных технологий.

В технологии переработки льняного волокна основной задачей является очистка исходного сырья от нежелательных примесей и разделение волокон на возможно более тонкие фракции — комплексы, вплоть до разделения комплексов на элементарные волокна для получения впоследствии наиболее тонкой пряжи. Основными технологическими процессами при этом являются: чесание, параллелизация и вытягивание. В данных технологических операциях основным видом воздействия на исходное сырье является разрушение льняного волокна, что делает изучение данного процесса очень важной задачей.

В настоящей статье предлагается математическая модель разрушения комплекса льняного волокна, основанная на ранее выполненных работах [1], [2] и учиты-

вающая реальное строение льняного комплекса, вероятностный характер распределения элементарных волокон и их количество в поперечном сечении комплекса, вероятностный характер физико-механических и геометрических свойств элементарных волокон. В качестве математического аппарата для реализации модели выбран метод конечных элементов, позволяющий дискретизировать любую сложную систему до необходимого исследователю уровня детализации.

Комплекс льняного волокна в модели рассматривается как композит, состоящий из двух компонентов — элементарные волокна и клеящий комплекс. Физико-механические характеристики элементарных волокон и различных частей клеящего комплекса могут быть заданы различными, согласно выбранному закону распределения. В качестве теории прочности для определения момента разрушения элементов комплекса выбрана “теория пучка“, согласно терминологии [3]. Данная теория с позиций механики сплошной среды хорошо согласуется с “кинетической теорией”, известной в [4]. Для каждого конечного элемента модели, относящегося к элементарному волокну или клеящему комплексу, определен предел прочности, при достижении которого данный элемент разрушается и убирается из геометрической модели.

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

Наступление разрушения конечного элемента определяется с помощью одного из методов предельного анализа – метода последовательных нагружений. В модели диагностируется также критическая нагрузка при разделении комплекса на две части, когда он уже не может воспринимать нагрузку или перемещения. Разработанная математическая модель реализована в виде программного обеспечения на языке DELPHI 7.0, предназначенного для автоматического формирования batch-файла командного языка APDL ANSYS ver, 10.0.

В качестве граничных условий при решении задачи выбраны перемещения на концах комплекса и поэтому метод конечных элементов в данном случае использовался в форме метода перемещений, что наиболее соответствует реальным технологическим процессам.

Результаты работы модели представлены на рис. 1 (разрушение конечных элементов модели комплекса по длине на I итерации) и рис.2 (динамика разрушения комплекса по итерациям).

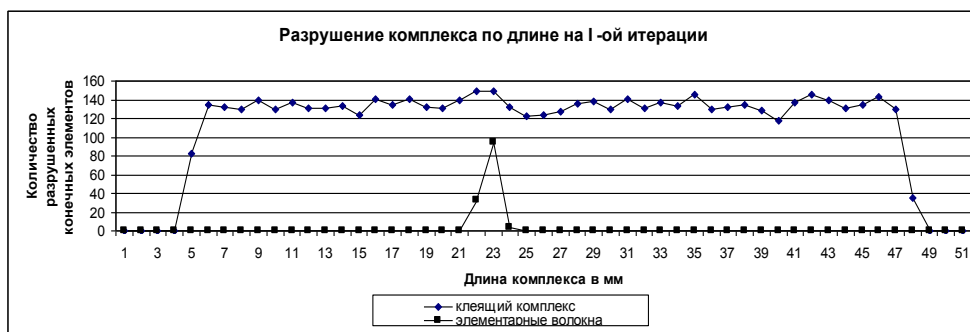


Рис. 1

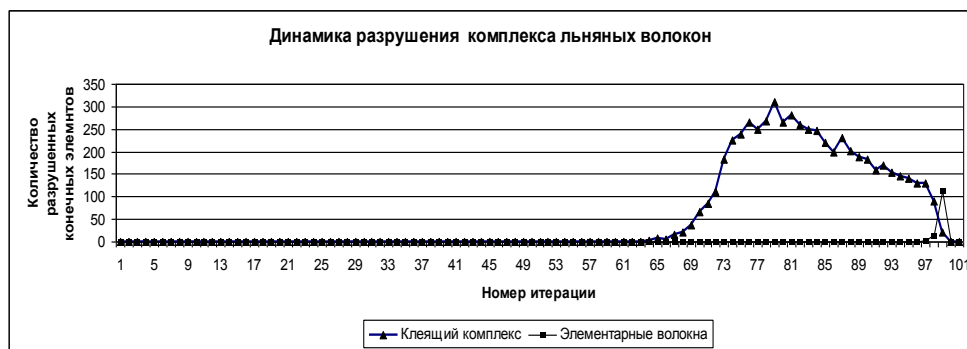


Рис. 2

При построении диаграммы расчет количества разрушенных элементов производился в объеме комплекса, заключенном в 1 мм по всей длине комплекса.

Для оценки эффективности процесса разрушения комплекса важно разделить разрушение конечных элементов в клеящем комплексе и в элементарных волокнах. Характер разрушения комплекса будет сильно зависеть от физико-механических свойств клеящего комплекса и элементарных волокон или их соотношения. Результат работы модели при

среднестатистических характеристиках клеящего комплекса и элементарных волокон представлен на рис. 2.

Графики, представленные выше не дают обобщенной характеристики процесса дробления комплекса льняных волокон, поэтому для анализа полученных данных были предложены интегрированные критерии, позволяющие количественно оценить характер дробления льняного комплекса. Интегрированные критерии представлены следующими зависимостями:

$$J^B = \frac{N^B}{N_0^B}, \quad J^C = \frac{N^C}{N_0^C}, \quad K = \frac{J^C}{J^B},$$

где N^B – количество разрушенных элементов элементарных волокон; N_0^B – общее количество элементов элементарных волокон; N^C – количество разрушенных элементов клеящего комплекса; N_0^C – общее количество элементов клеящего комплекса; J^B – показатель, характеризующий степень разрушения элементарных волокон; J^C – показатель, характеризующий степень разрушения клеящего комплекса; K – интегрированный показатель, характеризующий степень дробления льняного комплекса;

На рис. 3 представлено теоретическое изменение критериев дробления комплекса льняных волокон.

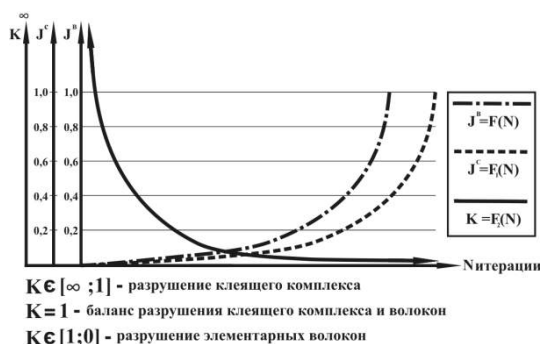


Рис. 3

Использование данных критериев легко позволяет прогнозировать процесс дробления комплекса льняных волокон не только качественно, но и количественно. Построенная математическая модель дробления комплекса льняных волокон позволяет прогнозировать процесс дроб-

ления в зависимости от факторов строения и физико-механических и геометрических свойств льняного комплекса и его составляющих компонентов. Кроме того, возможно применение данного подхода для моделирования аналогичных структур других не льняных материалов. Применение данной модели является неотъемлемой частью при решении проблем оптимизации механического и химического воздействия на лен для его последующего дробления.

ВЫВОДЫ

1. Разработана математическая модель разрушения комплекса льняных волокон с учетом его реального строения.
2. Модель позволяет прогнозировать характер разрушения комплекса и получать не только качественные, но и количественные характеристики процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев М.В. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №4С. С.14...19.
2. Киселев М.В. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №6. С.21...24.
3. Нарисава И. Прочность полимерных материалов / Пер. с япон. – М.: Химия, 1987.
4. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани. – М.: Легкая индустрия, 1980.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 25.05.09.