

УДК 677.11

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМЫ И ПРОЧНОСТИ
ЭЛЕМЕНТАРНОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА***

М.В. КИСЕЛЕВ, Р.П. ВОЙЦЕХОВСКИЙ, Д.В. ГОЛУБКОВ, А.А. СМИРНОВ

(Костромской государственный технологический университет)

Анализ литературных источников, в том числе [1], показал, что растительная клетка представляет собой полый цилиндр неправильной шестигранной формы в сечении и суживающийся практически до нуля на концах. В отношении количества оболочек из которых состоит элементарное волокно, нет единого мнения.

Выделим для процесса моделирования от 3 до 5 слоев в поперечном сечении волокна. С точки зрения построения более точной модели, в настоящей работе выбрано максимальное количество слоев в соответствии с [2].

Для построения геометрической модели выбран внутренний язык APDL программного комплекса ANSYS ver6.1 в batch – режиме. В связи со сложным строением объекта моделирования в качестве математического аппарата выбран метод конечных элементов.

Общая концепция построения решения задачи показана на рис. 1.

Несмотря на попадание объекта моделирования под классическое определение нити, была построена объемная модель. В качестве типа конечного элемента выбран элемент SOLID45 из библиотеки ANSYS. Геометрическая форма элемента представлена на рис.2 (конечный элемент SOLID45 и степени его свободы).

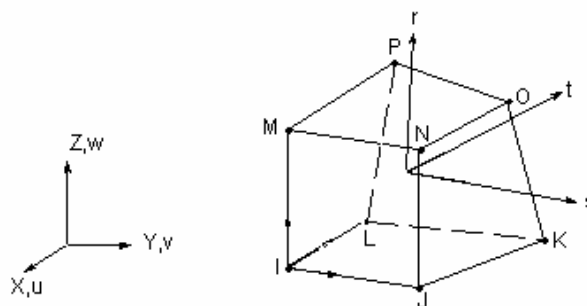


Рис. 2

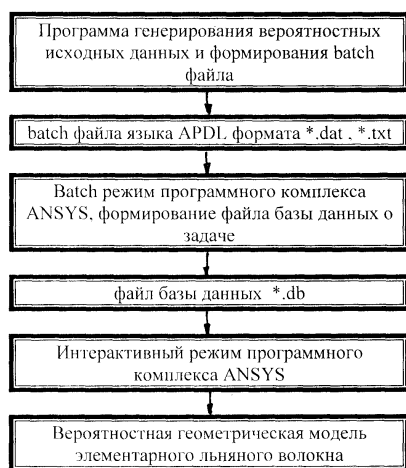


Рис. 1

Выбранный тип конечного элемента позволяет моделировать такие свойства волокна как упругость, эластичность, пластичность, ползучесть и прочность.

Для автоматической генерации вероятностной конечно-элементной модели разработана программа “Волокно ME v1.1b”. Программа содержит две экранные формы, позволяющие вводить геометрические характеристики волокна и задавать механические и геометрические характеристики отдельных ее слоев.

Результаты моделирования элементарного волокна в поперечном сечении и осевом направлении с разрезом представлены на рис. 3.

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

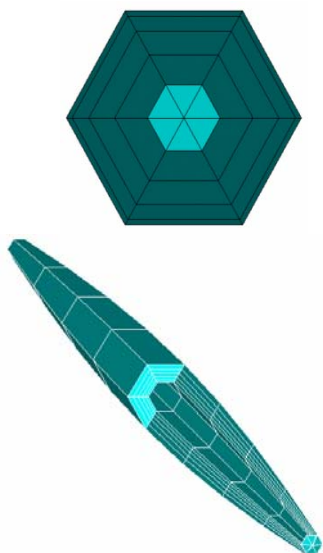


Рис. 3

В дальнейшем определяли предельную разрывную нагрузку элементарного волокна для стандартных условий механических испытаний.

Анализ диаграммы деформирования элементарного льняного волокна [3] показал, что в качестве модели исследуемого материала можно выбрать идеально-упругую модель. Для определения предельной нагрузки использовали метод последовательных нагружений. В качестве критерия прочности служила теория “слабого звена” Пирса. Итерационный процесс прекращался при достижении в конечном элементе напряжений, равных пределу прочности материала на растяжение ($\sigma_b=46 \cdot 10^7 \text{ Па}$).

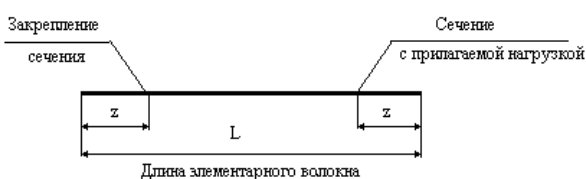


Рис. 4

Выполненные вычислительные эксперименты показали значительную зависимость величины предельной нагрузки от места закрепления и приложения нагрузки по длине элементарного волокна (рис. 4 – расчетная схема к определению предельной нагрузки элементарного волокна.).

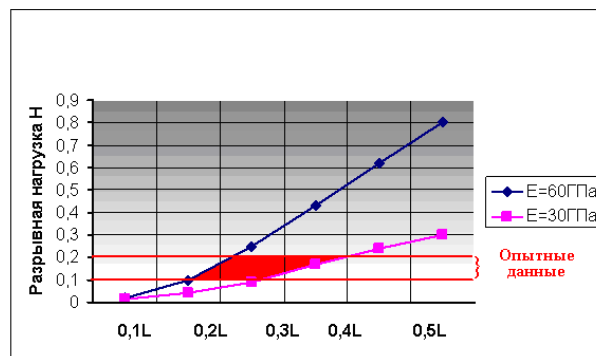


Рис. 5

Результаты моделирования для различных вариантов механических характеристик элементарного волокна, а также сравнение теоретических зависимостей с экспериментальными данными [3] представлены на рис. 5.

ВЫВОДЫ

1. Разработаны вероятностная геометрическая и математическая модели прочности элементарного льняного волокна, позволяющие прогнозировать его характеристики в зависимости от строения и физико-механических свойств.

2. Сравнение теоретических и экспериментальных данных позволяет говорить об адекватности разработанных моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берестнев В.А., Флексер Л.А., Лукьянова Л.М. Макроструктура волокон и элементарных нитей и особенности их разрушения. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
2. Haudek H.W., Viti E.: Textilfasern, Verlag Johann L, Bondi B Sohn, Wien-Perchtoldorf, 1980.
3. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. и др. Текстильное материаловедение: 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 01.02.06.