

УДК 677.11

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТАРНОГО ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА*

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

(Костромской государственной технологической университет)

За основу взята конечно-элементная модель, описанная в [1]. Согласно данной модели элементарное волокно представляется в виде стержня переменного поперечного сечения, уменьшающегося на концах.

Поперечное сечение волокна состоит из пяти слоев, имеющих различные свойства,

и центрального отверстия. Каждый слой элементарного волокна имеет шестигранную форму и различные геометрические характеристики. Конечно-элементное представление элементарного волокна изображено на рис 1.

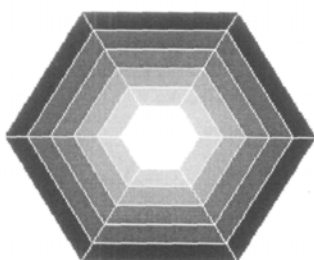


Рис 1

В качестве теории предельного состояния для определения момента разрушения

элементарного льняного волокна была выбрана теория слабого звена [2].

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

Таблица 1

Диапазон изменения факторов	Наружный радиус R, мкм	Длина волокна L, мм	Доля диаметра воздушного канала d, %	Модуль упругости E, ГПа				
				1-го слоя	2-го слоя	3-го слоя	4-го слоя	5-го слоя
min	8	20	5	20	20	20	20	20
max	16	30	40	60	60	60	60	60

Диапазон варьирования факторов и их числовые характеристики определялись из статистического разброса данных величин из [3] и по результатам экспериментов. Для модулей упругости различных слоев диапазон их изменения выбран одинаковым и равным среднестатистическому разбросу модуля упругости элементарного волокна.

В качестве граничных условий при решении задачи задаются вид закрепления волокна, величина и место приложения нагрузки. Данные граничные условия должны быть адекватны экспериментальным данным.

В реальных условиях эксперимента элементарное волокно зажимается захватами, один из которых неподвижный, а ко второму прикладывается сила.

Расчетная схема, эквивалентная условиям эксперимента, представлена на рис. 2, где L – полная длина элементарного волокна; L1 – расстояние от левого края до места заделки в сечении; L2 – расстояние от правого края до сечения в котором приложена сила.

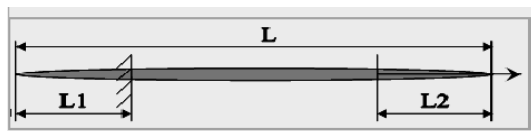


Рис. 2

Вычислительный эксперимент проводился по плану дробного факторного эксперимента. По его результатам выполнялся дисперсионный и корреляционный анализы. Данные виды анализа проводились с помощью SPSS v.12. Результаты диспер-

сионного анализа представлены на рис.3.

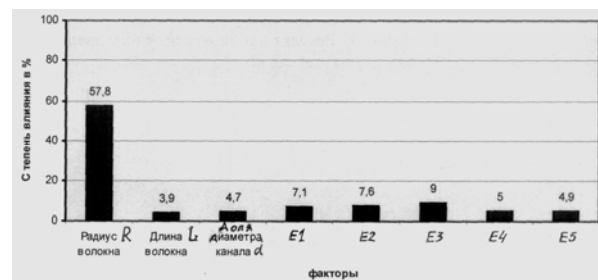


Рис. 3

На основе регрессионного анализа получено уравнение зависимости разрывной нагрузки P_p от различных свойств льняного волокна:

$$P_p = -0,3616 + 0,0275R + 0,0016L - 0,0005d + 0,0008E_1 + 0,0009E_2 + 0,0011E_3 + 0,0005E_4 + 0,0006E_5. \quad (1)$$

Значимость регрессии проверена по критерию Фишера $F_p = 134,8 > F_T = 2,4$. Средняя погрешность уравнения регрессии 1,5 %.

Качество полученного регрессионного уравнения видно на рис. 4, где изображен график P-P регрессии нормированного остатка.

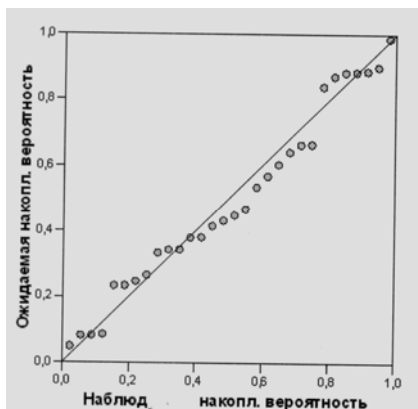


Рис. 4

Анализ рис.4 показывает близкое расположение точек наблюдаемой накопленной вероятности около прямой линии, что означает правильность выбора линейной связи разрывной нагрузки с варьируемыми факторами и отсутствие необходимости построения более сложных регрессионных моделей с взаимным влиянием факторов.

ВЫВОДЫ

Получена адекватная регрессионная модель зависимости разрывной нагрузки от различных факторов строения льняного волокна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев М.В. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №2, С.21...22.

2. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Кобляков А.И. Текстильное материаловедение. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1989.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 03.10.06.