

УДК 687. 157.004

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ТКАНИН З ВИКОРИСТАННЯМ  
МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

О.В. НАХАЙЧУК. Е.А. ЗАХАРОВА

Вінницький інститут конструювання одягу та підприємництва

Метою даної роботи є підвищення якості швейних виробів на основі вивчення результатів розрахунково-експериментальних досліджень з вичерпання їх міцності та зносостійкості на різних стадіях експлуатації. Для досягнення цієї мети була сформульована задача – розробити методику дослідження міцності тканини з використанням математичного моделювання, за допомогою якої можна прогнозувати вичерпання стійкості та міцності із врахуванням одночасної дії виробничих факторів.

Розглянемо одночасний вплив на міцність тканини таких факторів, як жорсткість при згині матеріалів  $B_y$ , кількість циклів тертя  $N$ , розривне навантаження  $F$ . Введемо поняття використаного ресурсу міцності тканини – відношення вичерпаного ресурсу по якомусь із факторів до його граничного значення, тобто, для нашого випадку [1, 2, 3, 4]:

$$\psi_1 = \frac{F_m}{F_{cp}}; \quad \psi_2 = \frac{N_m}{N_{cp}}; \quad \psi_3 = \frac{B_{ym}}{B_{ygp}}, \quad (1)$$

де  $F_m, N_m, B_{ym}$  – текучі значення відповідно розривного навантаження, циклів тертя, жорсткості в процесі експлуатації;  $F_{cp}, N_{cp}, B_{ygp}$  – їх граничні значення (при яких відбувається руйнування).

Під шляхом деформування будемо розуміти графік, який побудований за результатами експериментальних досліджень, що відображає втрату міцності по трьом перерахованим характеристикам на різних стадіях експлуатації тканини. Виходячи із викладеного, в тривимірній системі координат гранична поверхня буде мати форму куба з довжиною ребер, рівною 1.

Встановлено, що для тканини «Ортон» граничними значеннями є:  $F_{cp} = 69,3$  дН,  $N_{cp} = 3526$  циклів тертя,  $B_{ygp} = 9753$  мкН×см<sup>2</sup>. За результатами експериментальних досліджень в системі Math Cad побудована в двох виглядах гранична поверхня та шлях деформування.

Як видно із рис. 1, графік залежності зміни значень  $\psi_1, \psi_2, \psi_3$  в безрозмірній системі координат має квазілінійний характер, тому нескладно, використавши метод екстраполяції, знайти точку перетину із граничною поверхнею (точка  $K$ , рис. 2). В такому випадку, узагальнений критерій руйнування  $\psi$  може бути визначено як відношення довжини лінії шляху деформування до довжини лінії від початку координат до перетину із граничною поверхнею (при умові, якщо суттєво не зміняться параметри експлуатації тканини до її руйнування) [5, 6]:

$$\psi = \frac{D_1P}{D_1K} \quad (2)$$

де  $\Psi_1, \Psi_2, \Psi_3$  – координати точки 2.

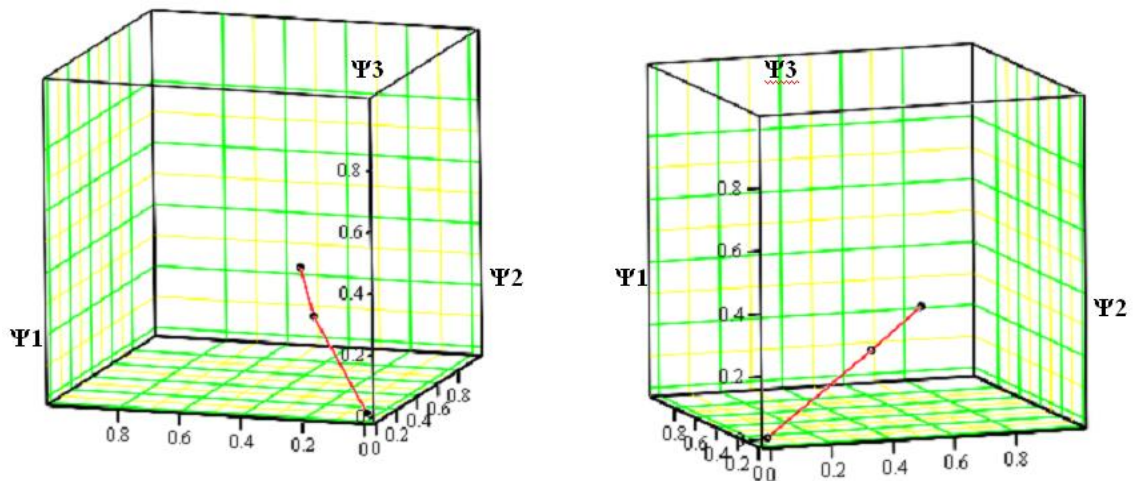


Рис.1. Результати експериментальних досліджень в системі Math Cad (2 вигляди)

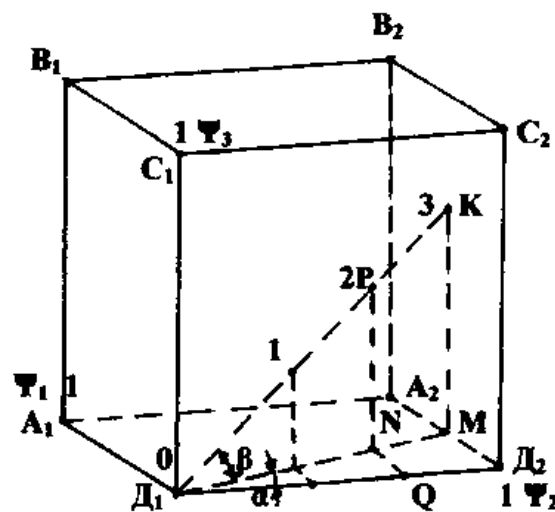


Рис. 2. Схема до визначення узагальненого критерію руйнування  $\Psi$

Враховуючи, що кути  $\alpha$  та  $\beta$  можна знайти як:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{\Psi_1}{\Psi_2}, \quad \beta = \operatorname{arctg} \frac{\Psi_3}{\sqrt{\Psi_1^2 + \Psi_2^2}} \quad (3, 4)$$

Довжина відрізка  $D_1M$  буде рівною:  $D_1M = \frac{1}{\cos \alpha}$ , оскільки точка  $K$  є прогнозованою точкою перетину шляху деформування площини  $A_2B_2C_2D_2$ . Тоді, в даному випадку, довжину  $D_1K$  можна знайти за формулою:

$$D_1K = \frac{D_1M}{\cos \beta} \quad (5)$$

Підставивши формули (3) та (5) в (2), знаходимо, що значення узагальненого критерію руйнування  $\Psi = 0,65$ , тобто дорівнює значенню  $\Psi_2$  для точки 2. Такий же результат можна отримати, розглянувши подібність трикутників  $KMD_1$ ,  $PND_1$  та  $D_2MD_1$ ,  $QND_1$  (рис. 2). Представлений приклад розрахунку можна вважати частковим випадком, оскільки шлях деформування інших тканин може мати форму кривих ліній з різними радіусами кривизни, які залежать від умов експлуатації (наприклад, на деякому етапі інтенсивність

дії силових факторів значно перевищує результати впливу тертя та втрати жорсткості, або виникає переважна дія деформації розмірів в тому чи іншому напрямку). В таких випадках треба створювати математичні моделі з використанням методів апроксимації та екстраполювання.

Викладений загальний підхід може бути взятим за основу розрахунків міцності тканини з використанням стереометричного моделювання.

Розроблена методика дослідження міцності тканини з використанням математичного моделювання, яка дозволяє, без проведення трудомістких експериментальних досліджень, прогнозувати вичерпання міцності на різних стадіях експлуатації із врахуванням одночасної дії різних виробничих факторів.

### **Література**

1. Огородников В. А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. – Киев: Вища шк., 1983. – 175 с.
2. Нові технологічні процеси з використанням прогресивних методів пластичного деформування: Монографія. / О.В. Нахайчук, О.О. Розенберг, В.А. Огородніков, А.Д. Крицький, В.В. Мельниченко, С.Ф. Студенець. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 158 с.
3. Нахайчук О.В. Оценка граничного формообразования заготовок при сложном нагружении // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Випуск 10. – 2012. – С. 23-26.
4. Бузов Б.А. Материаловедение швейного производства. – М.: Легпромгостиздат, 1986. – 424 с.
5. Кукин Г.Н. Текстильное материаловедение / Г.Н. Кукин, О.Н. Соловйов, А.І. Кобляков. – М.: Легпромбытиздат, 1992. – 272с.
6. Крилик Л.В. Обчислювальна математика. Інтерполяція та апроксимація табличних даних: навчальний посібник / Л.В. Крилик, І.В. Богач, М.О. Прокопова. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 111 с.