

МІЦНІСТЬ ТА ДЕФОРМАЦІЯ ПОЛІМЕРНИХ ДЕТАЛЕЙ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

**Кулік Т.І., к.т.н, доц., Бурмістенков О.П., д.т.н., проф.,
Злотенко Б.М., д.т.н., проф.**

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, kems@knutd.com.ua

На сьогоднішній день полімерні матеріали широко використовуються у різних галузях виробництва, особливо у машинобудуванні, сфері будівництва, легкій промисловості та виробництві пакувальних матеріалів [1]. У взуттєвому виробництві практично всі деталі низу взуття виготовляються із полімерних матеріалів. Такі деталі повинні відповідати ряду вимог: підошва взуття повинна бути одночасно пружною і гнучкою, а також мати достатню жорсткість та міцність. Забезпечення міцності має важливе значення при проектуванні взуття, оскільки підошва сприймає різні види деформацій, таких як багаторазовий згин (при цьому різні ділянки постійно розтягуються та стискаються), багаторазове стискання поверхні підошви при кожному кроці, а також різкі удари при стрибках та під час бігу. Отже, проектування деталей із врахуванням перелічених факторів сприятиме підвищенню їх міцності та підвищенню якості продукції, що випускається [2, 3].

Розрахунок деталей легкої промисловості ускладнений тим, що вони виготовляються в основному зі штучних та синтетичних полімерних матеріалів, які не є пружними тілами, і для яких не можна застосувати методи опору матеріалів та теорії пружності.

Використання методів теорії в'язко-пружності призводить до значного ускладнення розрахунків, оскільки передбачає необхідність задання часового режиму навантаження або деформування.

Метою дослідження є розробка інженерних методів розрахунку деталей легкої промисловості. За основу було взято відому функцію зв'язку між деформаціями та напруженнями в полімерних матеріалах:

$$\sigma^m = E\varepsilon,$$

де m – показник степеня, який змінюється в межах від 0,6 до 1 (при $m=1$ тіло виявляє пружні властивості).

Проаналізовано чистий згин балки (рис. 1), та згин консольно закріпленої балки (рис. 2). Отримано залежності для визначення міцності та підошви взуття з в'язко-пружного матеріалу, властивості якої не підкоряються закону Гука.

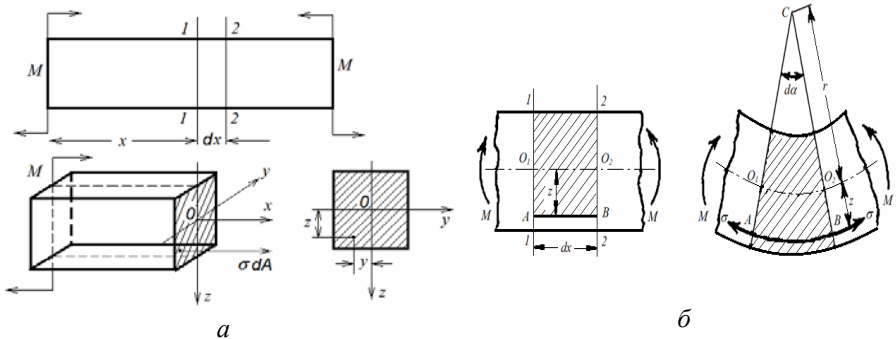


Рис. 1. Згин балки із полімерного матеріалу: а – схема навантаження балки при згині; б – форма елемента балки до і після деформування

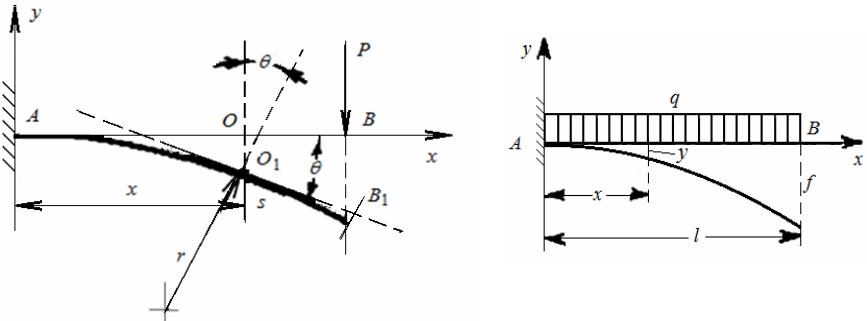


Рис. 2. Схема деформування консольної балки: а – під дією зосередженої сили, прикладеної до її вільного кінця; б – під дією рівномірно розподіленого навантаження

Напруження при згині у найбільш віддалених від нейтральної осі волокон:

$$\sigma = \frac{2M(2+1/m)}{bh^2}$$

Для вільного кінця консольної балки із зосередженим зусиллям:

$$\theta_{\max} = \frac{-P^m l^{m+1}}{(m+1)E \frac{2b}{1/m+2} \left(\frac{h}{2}\right)^{1/m+2}};$$

$$f = \frac{-P^m l^{2m+1}}{(m+2)E \frac{2b}{1/m+2} \left(\frac{h}{2}\right)^{1/m+2}}.$$

Для вільного кінця консольної балки із розподіленим зусиллям:

$$\theta_{\max} = \frac{-q^m l^{2m+1}}{2^m (2m+1) E \frac{2b}{1/m+2} \left(\frac{h}{2}\right)^{1/m+2}};$$
$$f = \frac{q^m l^{2m+2}}{2^m (2m+2) E \frac{2b}{1/m+2} \left(\frac{h}{2}\right)^{1/m+2}}.$$

де E – модуль пружності матеріалу; b , h – відповідно ширина та висота поперечного перетину балки.

Отримані залежності дозволяють оцінити поведінку підошви у процесі носіння взуття та прогнозувати його експлуатаційні характеристики. Розрахунок на міцність дозволяє визначати оптимальні геометричні параметри підошви, а саме її товщину та форму рифлення ходової поверхні, які дозволять уникнути її руйнування під дією робочих навантажень. Розрахунок на прогин дозволяє прогнозувати величину деформації підошви відносно каблука в момент її контакту з ґрунтом з метою забезпечення необхідної форми взуття.

Літературні джерела

1. Пахаренко, В. А. Переработка полимерных композиционных материалов / В. А. Пахаренко, Р. А. Яковлева, А. В. Пахаренко. – К. : Изд. комп. «Воля», 2006. – 552 с.
2. Омельченко, Н. М. Взуття та здоров'я людини / Н. М. Омельченко // Легка пром-сть. — 2009. — № 2. — С. 38—39.
3. Катрич, В. Взуття для дітей дошкільного віку: надійність з позиції якості матеріалів / В. Катрич // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2010. — № 1 (62). — С. 62—65.

STRENGTH AND DEFORMATION OF POLYMERIC DETAILS IN THE LIGHT INDUSTRY

The article is devoted to evolving of engineering method for the determination of strength and deformation of polymeric details of light industry on the example of the shoe sole. Analytical dependences for determining the strength and deflection of a cantilever beam of a viscoelastic material are obtained. The dependences allow us to estimate the behavior of the shoe soles with high heels at wearing the shoes. In mathematical modeling of cantilever beam loading the material properties that do not meet Hooke's law are taken into account. Strength calculations allow us to determine the optimal geometric parameters of the sole, namely its thickness and the shape of the running surface corrugations. Deflection calculations allow predicting the value of the sole deformation with respect to the heel at the time of its contact with the surface to ensure form stability of the shoes.