

УДК 681.5(5153)

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗУСИЛЬ ШИТТЯ СКОБОЮ ІЗ СПЛЮЩЕНОГО ДРОТУ

© Ю. П. Мамонов, к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ», Київ,
Т. І. Веретільник, к.т.н., доцент, Черкаський державний
технологічний університет, Черкаси, Україна

Разработана поэтапная модель определения усилия проталкивания скобы из провода с плоским профилем разреза провода в сшиваемый материал.

The stage-by-stage model of definition of effort of pushing through of staple from a wire with a flat profile of a cut of a wire in a sewed material is developed.

Постановка проблеми

В попередній роботі була зроблена поетапна модель зміни зусиль в процесі шиття скобою із круглого дроту.

В даній роботі запропонована поетапна модель визначення втрачених зусиль шиття виробів скобою із сплющеного дроту.

Шиття скобою — широко застосовується для виготовлення тарної та картонажної продукції. Теоретичне визначення технологічних зусиль проштовхування дозволяє прогнозувати характер змінювання навантажень за робочий цикл.

Аналіз попередніх досліджень

Відомі моделі визначення таких навантажень базуються на емпіричних залежностях. Параметри їх визначаються експериментальним шляхом. Причому, ці залежності дозволяють визначити тільки максимум навантажень [1, 2]. Характер зміни навантаження в часі не може бути визначений цими залежностями-

ми, що істотно обідняє дійсну їх картину. В роботі [3] розглянута поетапна модель визначення навантаження шиття скобою із круглого дроту.

Мета роботи

Створити поетапну модель визначення зусилля проштовхування скоби із дроту з плоским профілем перерізу дроту у матеріал, що зшивається.

Результати попередніх досліджень

Основні етапи процесу взаємодії скоби з матеріалом зображені на рис. 1. При розгляді процесу вважатимемо ніжки скоби абсолютно жорсткими і прямолінійними, однакової довжини і розташованими перпендикулярно до поверхні стопи, закон зміни навантаження, дріт в перерізі має прямокутний профіль.

Етап 0–1. На цьому етапі (фрагмент 0 і 1) торці ніжки скоби 1 стискають матеріал 2 з силою, що зростає від P0 до P2.

МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

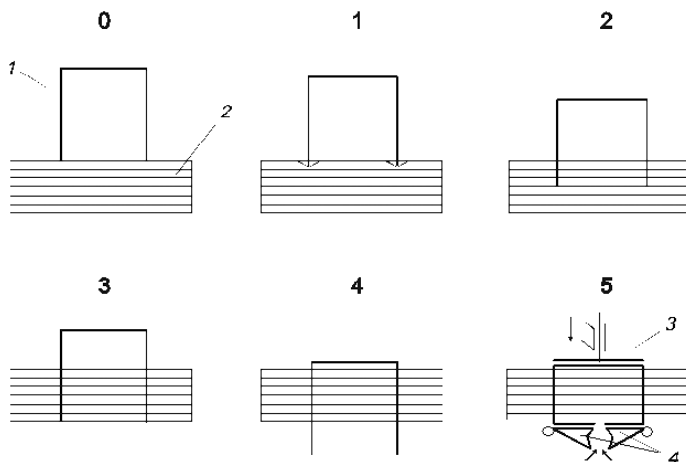
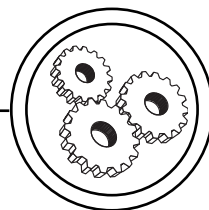


Рис. 1. Основні фрагменти взаємодії скоби з матеріалом

Під дією стискування в матеріалі відбуваються явища, які підчиняються теорії деформації твердих пористих систем [4].

Деформація відбувається переважно за рахунок зменшення товщини матеріалу. У зоні контакту при цьому має місце зближення волокон і зменшення пор в самих волокнах. При певному ступені деформації поступово починає відбуватися бічне зрушення. Величина бічного зрушення в матеріалах з целюлозою вельми незначна. Для паперу і картону, які відносять до цієї категорії матеріалів, коефіцієнт Пуассона складає 0,025.

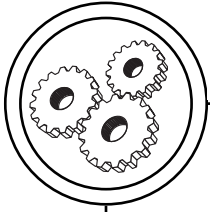
У стопі малої товщини, тобто такій, яка несумірна із площею перерізу дроту скоби, опір продавлюванню є складною функцією опору розриву і витягання матеріалу до розриву. Для опису цього процесу було запропоновано декілька емпіричних формул, що характеризують з великою точністю залежність вказаних величин для різних видів паперу [5, 6].

У стопі більшої товщини, в якій вона суттєво більша від товщини дроту скоби, руйнування відбувається з утворенням тріщини. Поблизу вершини тріщини, де зона руйнування локалізована на гранично високій напрузі, в матеріалі можуть утворюватися порожнечі, субмікротріщини, які потім зростають і зливаються.

Розвиток стійких тріщин при тривалій дії постійного зовнішнього навантаження відбувається зі згасаючою швидкістю, і через деякий час тріщина зупиняється. У зв'язку з цим для утримання постійного розвитку тріщини необхідно постійно підтримувати зовнішнє зусилля.

При розвиненні нестійкої тріщини, швидкість її переміщення близька до постійної, за винятком невеликого інтервалу часу перед закінченням цього етапу руйнування, коли тріщина переходить в динамічний режим розвитку.

У точці 1 (кінець етапу) сила досягає критичного значення і



МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

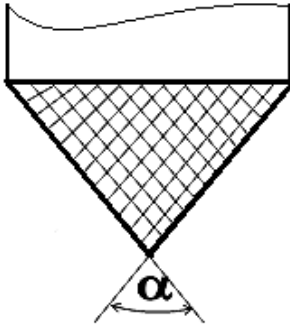


Рис. 2. Клиноподібний нарост з матеріалу, що зшивається на торцях ніжок скоби

матеріал руйнується. Сила опору визначається у вигляді

$$P_1 = P_{кр} = 2\sigma_{кр} \cdot F = 2\sigma_{кр} \cdot a \cdot b,$$

де $F = a \cdot b$ — площа поперечного перетину дроту скоби; $\sigma_{кр}$ — критичне напруження руйнування матеріалу.

Етап 1–2. На плоских торцях ніжок скоби утворюється нарост, клиноподібної форми з матеріалу, що зшивається (рис. 2).

Внаслідок подовжнього руйнування відбувається критично

миттєвий спад навантаження P_1 до значення P_2 . У цій точці значення сили P_2 визначається лобовим опором торців ніжок клиноподібної форми:

$$P_2 = fP_1 \sin \alpha,$$

де f — коефіцієнт тертя; α — кут клину.

Етап 2–3. На цьому етапі відбувається занурення ніжок скоби і до сили опору клиновій частині додається сила опору бічного (прямокутного перетину) елемента ніжки скоби. Сила на цьому етапі визначається у вигляді суми двох складових — клинового P_k і бічного P_6 опорів:

$$P_3 = 2(P_k + P_6),$$

де $P_k = P_2$.

Для визначення опору по бічній поверхні розглянемо схему (рис. 3), згідно якої на бічну поверхню ніжки скоби діє рівномірно-розподілений тиск q . Припускаємо, що внаслідок невеликої товщини матеріалу в даному випадку має місце плоский напружений стан.

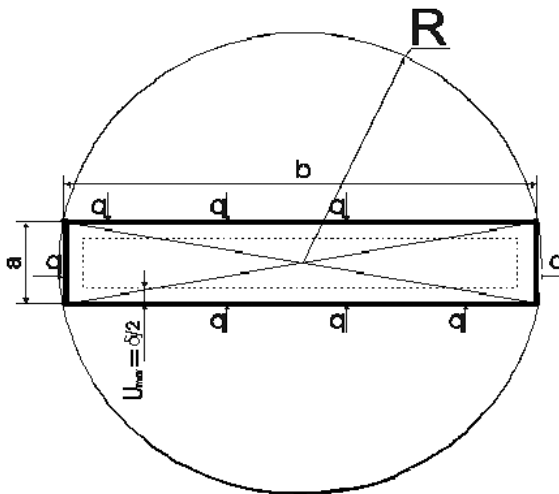
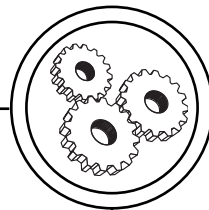


Рис. 3. Розрахункова схема для визначення опору по бічній поверхні

МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ



Розглядаючи рівняння рівноваги виділеного елемента перетину описуваного кола радіусом R довкола прямокутника, і вирішуючи рівняння, що пов'язує напругу U_{\max} із деформацією δ , знаходимо силу від пружної деформації матеріалу при взаємодії з бічною поверхнею ніжки скоби:

$$U_{\max} = \frac{\delta}{2} = R \cdot \frac{1-\mu}{E} \cdot q,$$

де E — модуль пружності при розтягуванні; μ — коефіцієнт Пуассона; R — радіус описаного кола.

Звідси напруга по бічній поверхні проштовхування буде:

$$q = \frac{E \cdot U_{\max}}{R(1-\mu)}.$$

З урахуванням вище означеного можна визначити зусилля в точці 3:

$$P_3 = 2(P_1 \cdot \sin \alpha + F_{\text{пр}q} \cdot q \cdot t)f,$$

де $F = a \cdot b \cdot t$ — площа контакту поверхні проштовхування (t — товщина матеріалу); a , b — поверхні ножи, що занурені в матеріал.

1. Постников О. К., Клементьев А. В. Операции скрепления блоков, брошюр и журналов проволокой и оборудование для их осуществления: Учебн. пособие. — М.: Моск. полигр. институт, 1982. — 80 с. 2. Жмутский В. Д. Исследование загрузок в проволокошвейных машинах: Автореф. дис. канд. техн. наук. — М., 1953. — 22 с. 3. Мамонов Ю. П. Математична модель дрогошвейного апарату з електрохімічним приводом. — Київ, 2002. (Препр. АН України. Ін-т електродинамік, № 829). 4. Мамонов Ю. П. Разработка швейного аппарата рычажного типа проволокошвейных полиграфических машин: Автореф. дис. канд. техн. наук. — Львов, 1991.

Рецензент — В. П. Шерстюк, д.х.н., професор, заслужений винахідник України, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 20.05.08

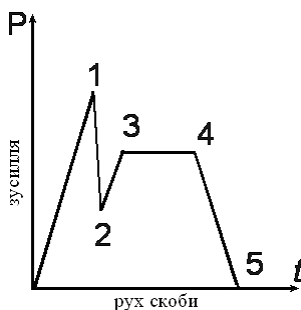


Рис. 4. Типовий графік зусиль проштовхування скоби

Етап 3—4. Сила опору постійна:

$$P_3 = P_4$$

Етап 4—5. Простовхування скоби завершується. Сила в точці 5:

$$P_5 = 0,$$

Типовий графік зміни зусиль з урахуванням етапів показаний на рис. 4.

Висновки

Розроблена поетапна модель визначення зусилля проштовхування скоби із дроту з плоским профілем перерізу дроту у матеріал, що зшивається.