

УДК 677.026.75

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ПЛЕТЕНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

В.Д. ОМЕЛЬЧЕНКО, Є.О. РОМАНЮК

Київський національний університет технологій та дизайну

У статті розглянуто структури плетених тасьм та шнурів, проведено їх аналіз. На основі аналізу отримано формули для розрахунку довжин ниток в структурі плетених текстильних матеріалів

Аналіз літературних джерел, присвячених плетеним текстильним матеріалам і процесу їх утворення, показав, що дослідженню їх будови приділялося значно менше уваги, ніж вивченню інших видів текстильних матеріалів. Зокрема, більшість робіт з вивчення плетених шнурів, наприклад [1–4], носить описовий характер. Одна з головних характеристик плетених виробів – положення нитки у виробі, розглядається лише схематично і не описана просторово.

Будова чи структура плетених текстильних матеріалів значною мірою обумовлює їх зовнішній вигляд і властивості. Вона визначається розмірами, формою, взаємним розташуванням елементів, що утворюють виріб, та зв'язками між ними. Тому знання структурних характеристик дозволяє заздалегідь зробити висновок про якісні властивості виробу.

Об'єкти та методи дослідження

Для полегшення вивчення і прогнозування властивостей плетених текстильних матеріалів, складну форму, що приймає в ньому нитка, представлено геометричною моделлю. Нитка в геометричній моделі ідеалізується, приймається, що на всіх ділянках виробу вона має однакову товщину і деформаційні властивості. Теоретичний аналіз геометричної моделі плетеного виробу, не дивлячись на її умовність, дозволяє робити важливі практичні висновки про поведінку і властивості виробу, прогнозувати його якість.

Вивчення структури плетених текстильних матеріалів з використанням методу поперечного перерізу та мікрозйомки дало можливість визначити положення, яке приймає нитка та отримати геометричні моделі основних видів плетених тасьм та шнурів.

Постановка завдання

На основі отриманих геометричних моделей з використанням методів аналітичної геометрії та інтегрального числення можливим стає визначення співвідношення, що пов'язує структурні характеристики плетених виробів.

Результати та їх обговорення

Положення нитки в плетеному виробі, в тому числі тасьмі, в найпростіших випадках описується як діагональне. На рис. 1 (а) схематично зображено положення, яке займає нитка в одному рапорті плетеної тасьми. Положення нитки, що утворює плетений шнур, без врахування вигину ниток від взаємодії з іншими, в просторі має форму спіралі. На рис.1 (б) схематично зображено положення ниток, що були прокладені веретенами правого 2 та лівого 1 ходу. Довжина нитки в рапорті L плетених тасьми та шнура обмежена точками A_{n-1} , A_{n+1} .

Початковою точкою при визначенні рапорту плетеної тасьми прийнято вважати точку A_{n-1} , що відповідає крайньому положенню, яке займає вісь нитки. В крайніх точках (A_{n-1} , A_n , A_{n+1}), вздовж усієї тасьми нитка вигинається, змінюючи напрям руху на протилежний. На рис. 2.(а) зображено схему зрізу плетеної тасьми вздовж осі нитки, що її утворює. Нитки в плетеному виробі перехрещуються під деяким кутом і в більшості випадків їх переріз має форму еліпса. Для зручності зображення зрізу нитки в тасьмі, умовно розділимо рапорт на дві частини. Кожна з ниток, що утворює плетену тасьму, двічі перехрещуються в одному рапорті з іншими нитками. На рис. 2 (б) зображено схему зрізу плетеного шнура вздовж осі однієї з ниток 2, що його утворює.

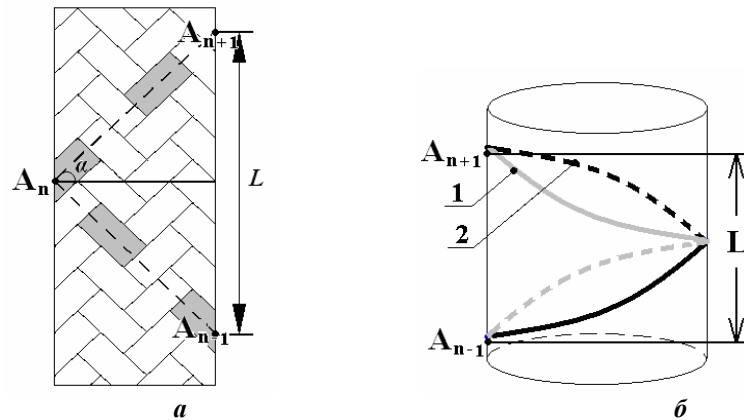


Рис. 1. Схема положення нитки в структурі тасьми *a* та в обплетенні шнура *б*

Враховуючи переплетення ниток i , як наслідок, перегин кожної з них при взаємодії з протилежно направленою, положення одиночної нитки обплетення у просторі можна представити як синусоїду з періодом, залежним від діаметру нитки, кута нахилу в виробі та виду переплетення. Для основних видів переплетень – однопасмового та двопасмового – період синусоїди наближений до 6 діаметрів нитки.

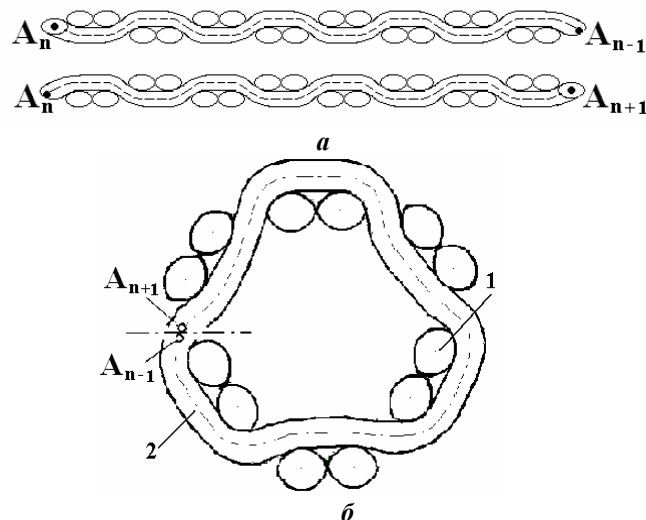


Рис. 2. Схема зрізу плетеної тасьми *a* та шнура *б* вздовж осі ниток

Теоретичний аналіз отриманих моделей, не зважаючи на його умовність, дає можливість зробити важливі практичні висновки щодо властивостей та поведінки плетених текстильних матеріалів. На його основі нами було отримано формули для визначення довжин ниток в рапортах плетених тасьми та шнура.

Як сировина в плетільному виробництві може бути використана пряжа різного волокнистого складу, кручені нитки, хімічні комплексні, текстуровані та монопнитки. Плетені текстильні матеріали утворюються шляхом переплетення текстильних елементів: ниток, групи ниток, шнурів, тасьм та інших.

Таким чином, нами було отримано формулу для підрахунку довжини нитки в рапорті плетеного шнура, виробленого однопасмовим чи двопасмовим регулярним переплетенням з елементарних ниток або ниток, що володіють достатньо високою круткою:

$$L_R = \frac{K}{4} \left[\frac{2kd_p}{\sin 2\alpha} + 4 \int_{\frac{d_p}{2}}^{d_p} \sqrt{1 - \frac{\left(\frac{d_p}{\sin 2\alpha} + d_p\right)^2}{4d_p^2} + \frac{\left(\frac{d_p}{\sin 2\alpha} + d_p\right)^2}{4(d_p^2 - y^2)}} dy \right], \quad (1)$$

де K – клас плетільного обладнання; d_p – розрахунковий діаметр нитки, мм; α – кут нахилу нитки у виробі, °; k – коефіцієнт, що враховує кількість ниток одного пасма та розраховується за формулою 2.

$$k = 2n - 1, \quad (2)$$

де n – кількість ниток, що сходять з одного веретена.

При використанні високоемних комплексних ниток (пряжі), трощених та таких, що мають низький коефіцієнт крутіння, розрахунок довжини нитки в рапорті плетеного шнура потребує іншої формули. Такі нитки, формуючи пасмо у виробі, мають еліптичну форму поперечного перерізу. В літературних джерелах приводиться коефіцієнт стиснення такого еліпсу 0,76 [1].

Структури плетених виробів однопасмового та двопасмового переплетення, виготовлені з вказаної сировини, відрізняються. При однопасмовому переплетенні нитки, прокладені двома носіями (веретенами), що в процесі виготовлення слідуєть один за одним, утворюють одне загальне пасмо. В перерізі таке пасмо має форму еліпса. Довжина нитки в рапорті плетеного шнура, виготовленого однопасмовим переплетенням, може бути підрахована за формулою:

$$L_{R1} = K \cdot \int_{\frac{d_{e1}}{2}}^{d_{e1}} \sqrt{1 - \frac{\left(\frac{1,61 \cdot d_p}{\sin 2\alpha} + 1,23 \cdot d_p\right)^2}{4 \cdot (1,23 \cdot d_p)^2} + \frac{\left(\frac{1,61 \cdot d_p}{\sin 2\alpha} + 1,23 \cdot d_p\right)^2}{4 \cdot ((1,23 \cdot d_p)^2 - y^2)}} dy, \quad (3)$$

де K – клас машини; d_p – розрахунковий діаметр нитки, мм; α – кут нахилу нитки у виробі, °, $d_{e1} = 1,23d_p$.

При двопасмовому переплетенні нитки, що в одному ході слідуєть одна за другою, утворюють два паралельні пасма та в перерізі представлені двома еліпсами.

Довжина нитки в рапорті плетеного шнура, виготовленого двопасмовим переплетенням, може бути підрахована за формулою:

$$l_{R2} = 0,57 \cdot K \cdot \frac{d_p}{\sin 2\alpha} + K \int_{\frac{d_{e2}}{2}}^{d_{e2}} \sqrt{1 - \frac{\left(\frac{1,14 \cdot d_p}{\sin 2\alpha} + 0,87 \cdot d_p\right)^2}{4 \cdot (0,87 \cdot d_p)^2} + \frac{\left(\frac{1,14 \cdot d_p}{\sin 2\alpha} + 0,87 \cdot d_p\right)^2}{4 \cdot ((0,87 \cdot d_p)^2 - y^2)}} dy, \quad (4)$$

де K – клас машини; d_p – розрахунковий діаметр нитки, мм; α – кут нахилу нитки у виробі, °, $d_{e2} = 0,87d_p$.

Відмінною від структури шнура характеристикою плетеної тасьми є те, що її рапорт складається з елементів двох типів. Перший тип будовою повторює елементи рапорту плетеного шнура (рис. 1), а другий – утворений на кромках тасьми при зміні напрямку положення нитки у виробі в точках A_0, A_1, A_2 .

Рівняння для розрахунку довжини нитки в рапорті плетеної тасьми, виготовленої двокасним переплетенням з елементарних ниток або ниток, що володіють достатньо високою круткою:

$$L_R = \frac{K-1}{2} \cdot \left(\frac{2kd_p}{\sin 2\alpha} + 4 \int_{\frac{d_p}{2}}^{d_p} \sqrt{1 - \frac{\left(\frac{d_p}{\sin 2\alpha} + d_p\right)^2}{4d_p^2} + \frac{\left(\frac{d_p}{\sin 2\alpha} + d_p\right)^2}{4(d_p^2 - y^2)}} dy \right) + 4 \int_0^{\frac{d_p}{2}} \sqrt{1 - \frac{\left(\frac{d_p}{\sin 2\alpha} + d_p\right)^2}{4d_p^2} + \frac{\left(\frac{d_p}{\sin 2\alpha} + d_p\right)^2}{4(d_p^2 - y^2)}} dy, \quad (5)$$

де K – клас машини; d_p – розрахунковий діаметр нитки, мм; α – кут нахилу нитки у виробі, °.

Для тасьми, що була виготовлена з високоб'ємних комплексних ниток (пряжі), трощених та таких, що мають низький коефіцієнт крутіння, довжина нитки в рапорті розраховується за формулою:

$$L_R = \frac{K-1}{2} \cdot \left(\frac{2 \cdot d_p}{\sin 2\alpha} + 4 \int_{\frac{d_p}{2}}^{d_p} \sqrt{1 - \frac{\left(\frac{d_p}{\sin 2\alpha} + d_p\right)^2}{4d_p^2} + \frac{\left(\frac{d_p}{\sin 2\alpha} + d_p\right)^2}{4(d_p^2 - y^2)}} dy \right) + 4 \int_0^{\frac{d_p}{2}} \sqrt{1 - \frac{\left(\frac{d_p}{\sin 2\alpha} + d_p\right)^2}{4d_p^2} + \frac{\left(\frac{d_p}{\sin 2\alpha} + d_p\right)^2}{4(d_p^2 - y^2)}} dy, \quad (6)$$

де K – клас машини; d_p – розрахунковий діаметр нитки, мм; α – кут нахилу нитки у виробі, °.

Висновки

Розглянемо можливі значення структурні характеристики плетених виробів. Для найбільш поширених плетених текстильних виробів значення K коливаються від 8 до 52. Діаметр ниток, що знайшли широке застосування, знаходиться в інтервалі від 0,2 до 2 мм, кут нахилу нитки α найчастіше може приймати значення від 30° до 60°, тобто $\sin 2\alpha$ змінюється від 0,87 до 1. Враховуючи можливі значення параметрів, можна зробити висновок, що при зміні характеристик у вказаних межах за ступенем впливу на довжину нитки в рапорті переплетення на першому місці знаходиться діаметр нитки, на другому – клас плетільної машини, на якій було виготовлено виріб і на третьому – кут нахилу нитки у виробі.

Для кожного з розглянутих видів переплетення було розраховано довжину рапорту переплетення. Відхилення розрахункового значення від експериментальних замірів становить від 0,5 % до 5% в залежності від виду переплетення та сировини. Отримані геометричні моделі та співвідношення структурних характеристик дозволяють внести суттєвий вклад в підвищення ефективності виробництва плетених текстильних матеріалів.

ЛІТЕРАТУРА

- Крысько Л.П., Деханова М.Г. Техника и технология плетения. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 176 с.
- Крысько Л.П. Разработка строения плетеных изделий и усовершенствование их выработки: Дис. канд. техн. наук., – Л, 1983. – 191 с.
- Weber-Partenheimer W., Ein Beitrag zur Berechnung von Rundge flechten, // Bond und Flechtindustrie. – 1/69, 3/69, 4/70.

Надійшла 15.07.2008