

УДК 677.072.017.002

**ВИЗНАЧЕННЯ УКРУЧЕННЯ ТЕКСТИЛЬНИХ НИТОК  
ПРИ СКРУЧУВАННІ**

А.М. СЛІЗКОВ

Київський національний університет технологій та дизайну

*Властивості текстильних ниток значною мірою залежать від ступеня їх скрученості. У процесі скручення нитки змінюються її геометричні параметри, які враховуються при технологічних розрахунках. Важливим є точне та спрощене визначення укрупнення (усадки при скручуванні) та коефіцієнта укрупнення текстильних ниток*

Структура текстильних ниток визначається розташуванням та особливостями зв'язку їх складових елементів (волокон, елементарних ниток, первинних ниток тощо). Укрупнення текстильних ниток при скручуванні та коефіцієнт укрупнення є суттєвими параметрами при виконанні заправних розрахунків на прядильному та крутильному устаткуванні.

**Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктом дослідження є укрупнення текстильних ниток, а також метод його визначення.

**Постановка завдання.**

При скручуванні складові елементи текстильних ниток розташовуються по спіральним виткам, що призводить до зменшення довжини похідної нитки, яке називають укрупненням [1, 2]. В результаті укрупнення збільшується лінійна густина нитки, що є важливим при розрахунку нормальної лінійної густини нитки. Тому точне та нескладне визначення укрупнення текстильних ниток дозволяє покращити технологічні розрахунки в прядильному та крутильному виробництвах.

**Результати та їх обговорення**

Для визначення укрупнення текстильних ниток використовують відому формулу:

$$U = (L_0 - l_1) \cdot L_0^{-1} \cdot 100 \quad (1)$$

де  $L_0$  – довжина нитки до скручування;

$L_1$  – довжина нитки після скручування.

Зазначена формула (1) досить проста, але не має практичного застосування на текстильних підприємствах. Також існує формула К.І.Корицького [2, 3] для визначення укрупнення ниток, якою користуються на текстильних підприємствах:

$$U = 9 \cdot 10^{-5} \alpha^2 \cdot T^{1/3} \quad (2)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт скручення;

$T$  – лінійна густина нитки, текс.

Формула (2) має певні недоліки, які пов'язані з потребою визначення кубічного кореня лінійної густини, що в оперативній роботі виробництва є досить ускладненим, а також вона не враховує особливості системи прядіння та устаткування, що призводить до значних похибок..

Для усунення зазначених недоліків розрахунку укрупнення текстильної нитки представлено наступні припущення та розрахунки. Якщо уявити нитку (рис. 1) у виді циліндра (з віссю  $OO_1$ ) і зробити розгортку його бічної поверхні, то отримаємо прямокутник  $AB_1C_1D_1$ , основа якого ( $B_1C_1$ ) дорівнює  $\pi d$ ,

висота  $h_1$  дорівнює кроку одного витка кручення ( $AB_1$ ), а діагональ  $AC_1$  є розгорткою гвинтової лінії підйому витка скручення. Кут закручування складових елементів нитки дорівнює  $\beta$ . Після розкручування циліндричної ділянки крученої нитки з віссю  $OO_1$  отримуємо іншу циліндричну ділянку не скручених елементів нитки з віссю  $OO_2$ , при розгорненні бічної поверхні якої отримуємо прямокутник  $AB_2C_2D_2$ , основа якого ( $B_2C_2$ ) дорівнює  $\pi d_0$ , а висота ( $AB_2$ ) дорівнює  $h_0$ . При цьому висота прямокутника  $AB_2C_2D_2$  дорівнює розгортці гвинтової лінії підйому витка кручення - діагоналю  $AC_1$ . Так як довжина ділянки пряжі до скручування дорівнює  $h_0$ , а після скручування -  $h_1$ , тоді формула (1) може мати наступний вигляд:

$$U = (h_0 - h_1) \cdot h_0^{-1} \cdot 100 \quad \text{або} \quad U = (1 - h_1 h_0^{-1}) \cdot 100 \quad (3)$$

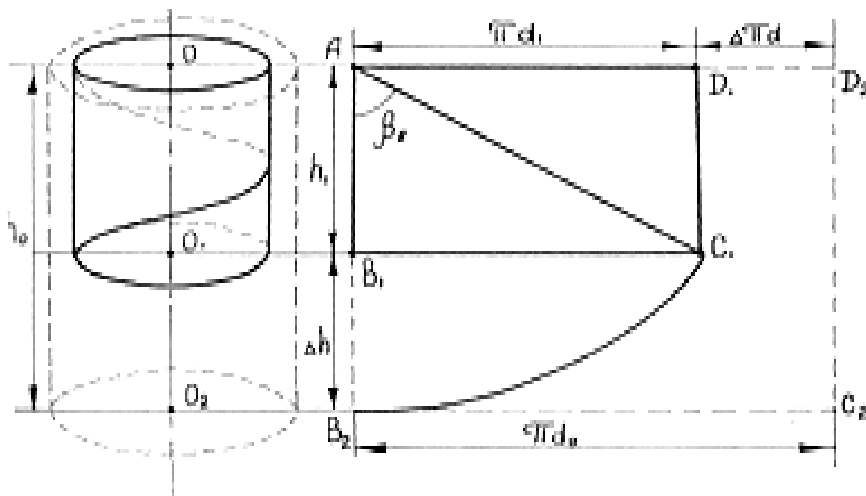


Рис. 1. Схема розгортки гвинтових ліній периферійних елементів крученої нитки

Підставляючи вищезазначені позначення з трикутника  $AB_1C_1$  визначаємо гіпотенузу  $AC_1$

$$AC_1 = h_0 = (h_1^2 + (\pi \cdot d \cdot 10^{-3})^2)^{1/2} \quad (4)$$

де  $h_1$  – крок одного витка скручення, м;

$d$  – діаметр нитки, мм.

Висота ділянки скрученої нитки з одним витком дорівнює  $h_1$ . Відповідно до цього підставимо у формулу (4) наступне рівняння  $h_1 = K^{-1}$ , тоді отримаємо:

$$h_0 = (K^{-2} + (\pi \cdot d \cdot 10^{-3})^2)^{1/2} = ((10^6 + (\pi \cdot d \cdot K)^2) K^{-2} \cdot 10^{-6})^{1/2} \quad (5)$$

де  $K$  – кручення нитки, кр./м.

Підставимо у формулу (3) значення  $h_0$  визначене у формулі (5) та рівняння  $h_1 = K^{-1}$  і отримаємо наступне значення укручення нитки:

$$U = (1 - K^{-1} ((10^6 + (\pi \cdot d \cdot K)^2) K^{-2} \cdot 10^{-6})^{1/2}) \cdot 100 \quad (6)$$

Після відповідних перетворень отримуємо:

$$U = (1 - (9,87 \cdot 10^6 (K \cdot d)^2 + 1)^{1/2}) \cdot 100 \quad (7)$$

Визначимо скручення через його коефіцієнт  $K = \alpha \cdot T^{-2} \cdot 10^2$  і підставимо у формулу (7)

$$U = (1 - (9,87 \cdot 10^4 \cdot (d \cdot \alpha)^2 \cdot T^{-1} + 1)^{1/2}) \cdot 100 \quad (8)$$

Відомо, що розрахунковий діаметр нитки визначають за формулою  $d_p = 0,0357(T \cdot \delta^{-1})^{1/2}$   
де  $\delta$  – об’ємна густина нитки, г/см<sup>3</sup>.

Підставивши значення розрахункового діаметра у формулу (7) отримаємо:

$$U = (1 - (12,57 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \cdot \delta^{-1} + 1)^{1/2}) \cdot 100 \quad (9)$$

Можливо отримати також формулу залежності укручення нитки від її лінійної густини, скручення та об’ємної густини. Для цього підставимо значення розрахункового діаметра у формулу (8)

$$U = (1 - (12,57 \cdot 10^{-9} T \cdot K \cdot \delta^{-1} + 1)^{1/2}) \cdot 100 \quad (10)$$

Отримані формули для розрахунку укручення текстильної нитки при скручуванні відносяться до ідеального випадку. У виробничих умовах в процесі скручуванні на текстильні нитки діють різні фактори. Для більшої відповідності значення укручення нитки реальним значенням потрібно ввести поправний коефіцієнт  $\eta$ , який враховує особливості певного процесу скручування на відповідному устаткуванні. Поправний коефіцієнт визначається експериментально і може приймати наступний діапазон значень  $0,5 \leq \eta < 1$ . Чим більше скрученість нитки тим більше значення може приймати поправний коефіцієнт.

Виходячи з вищезазначеного формули (6–9) розрахунку укручення нитки можна представити в наступному вигляді:

$$U = \eta(1 - (9,87 \cdot 10^6 (K \cdot d)^2 + 1)^{1/2}) \cdot 100 \quad (11)$$

$$U = \eta(1 - (9,87 \cdot 10^4 \cdot (d \cdot \alpha)^2 \cdot T^{-1} + 1)^{1/2}) \cdot 100 \quad (12)$$

$$U = \eta(1 - (12,57 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \cdot \delta^{-1} + 1)^{1/2}) \cdot 100 \quad (13)$$

$$U = \eta(1 - (12,57 \cdot 10^{-9} T \cdot K \cdot \delta^{-1} + 1)^{1/2}) \cdot 100 \quad (14)$$

Для розрахунку укручення нитки за формулами (11–14) крім технологічних параметрів виготовлення текстильних ниток (скручення, лінійної густини, коефіцієнта скручення) потрібно мати значення діаметра нитки або її об’ємної маси. Для визначення діаметра нитки можна застосовувати розрахункову формулу або визначати його за допомогою мікроскопа. Об’ємна маса текстильної нитки визначається з таблиць наведених в довідниковій літературі [3, 4].

Коефіцієнт укручення текстильних ниток  $K_y$  визначають за відомою формулою:

$$K_y = 1 - U \cdot 10^{-2} \quad (15)$$

Використовуючи запропоновані формули можна з достатньо високою точністю визначати укручення текстильних ниток та коефіцієнт укручення ниток, що покращує якість технологічних розрахунків на прядильному та крутильному виробництвах.

### **Висновки**

Для покращення точності технологічних розрахунків у прядильному та крутильному відділку текстильного виробництва доцільно застосовувати запропоновані формули (11–14) визначення укручення нитки та коефіцієнта укручення. Більш практичною можна вважати формулу 13.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Теория процессов, технология и оборудование прядения хлопка и химических волокон: Учебник / Ю.В. Павлов и др. Под ред. Ю.В.Павлова. – Иваново: ИГТА, –2000. – 392 с.

2. Прядение химических волокон: Учеб. Для вузов / В.А. Усенко и др. Под ред. В.А. Усенко. – М. РИО МГТА, –1999. – 472 с.
3. Справочник по хлопкопрядению / Широков В.П. и др. – 5 - е изд., перераб. И доп. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, –1985. – 472 с.
4. Строение тканей и современные методы ее проектирования / Г.Б. Дамянов и др. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, –1984. – 240 с.