

# Релаксація напружень в структурних парах одношарової тканини

*The Considered relaxation springy and rubber-band composed general deforming the transverse compression of the cotton wool threads in structured vapour(pair) of the weaver's column fabrics effort similar appearing under weaving.*

Як зазначено в [1], під час ткання бавовняної тканини кожна структурна пара її будови отримує в початковій зоні формування подвійне навантаження прибивним ( $G_{np}$ ) та формуючим ( $G_s$ ) зусиллями і переходить в активну релаксаційну зону (АРЗ), силове поле якої характеризується дією стискаючого зусилля ( $G_c$ ).

Деформація, що виникає внаслідок дії зусиль  $G_{np}$  і  $G_s$ , викликає напруження у нитках структурних пар, які в період післядії намагаються відновити фрагменти своєї будови.

Вплив на деформаційно-релаксаційні процеси у нитках основи та утку від навантажень названими зусиллями не вивчали внаслідок домінування у теорії і практиці ткання інших поглядів на чинники, що визначають напруженість тканиноформування.

Велика швидкоплинність тканин і обмеженість робочого простору не дають змогу дослідити процеси, пов'язані з деформуванням ниток в межах початкової зони формування тканини, безпосередньо під час роботи верстата. Тому для моделювання, як самих структурних пар ткацького стовпчика, так і зусиль, що діють на них під час ткання, використовували прилад для визначення характеристик деформації поперечного стиску ниток [2] — релаксометр.

Відомо [3], що пружна частка деформації полімерів у разі зняття навантаження відновлюється практично миттєво. Відновлення еластичної частки деформації відбувається протягом деякого часу, залежить від багатьох чинників (попереднє навантаження, розосереджений тиск післядії, температура тощо) і з огляду на текстильні матеріали мало вивчена.

Оскільки дане дослідження провадиться в межах пошуку шляхів розширення асортиментних можливостей швидкісних ткацьких верстатів, то його об'єктом є трансформація пружно-еластичних складових загальної деформації ниток під час формування полотна плащового арт. 3108, виробництва якого на сучасних безчовникових ткацьких верстатах неможливе. Цю тканину полотняного переплетення виготовляють на ткацьких верстатах типу АТТ з бавовняної пражі лінійної густини 29х2 текс (основа) і 50 текс (уток).

Досліджували моделі ткацького стовпчика з п'яти структурних пар. Розміри та режим навантаження стовпчика відповідає умовам реального ткання зазначеної тканини на верстаті АТТ-120-5М. Заправний натяг основи  $G = 20$  сН і прибивне зусилля  $G_{np} = 155$  сН прийнято за результатами розшифровки осцилограм роботи пружної системи заправки (ПСЗ) верстата, а формуюче  $G_s = 25$  сН та стискаюче  $G_c = 13,7$  сН зусилля визначені відповідно до теоретичних висновків, наведених у [1:4]. З метою розширення діапазону досліджень зусилля  $G_c$  прийнято у межах 5...25 сН з інтервалом варіювання 5 сН.

Проводили двоциклові «без відпочинку», аналогічно спланованому у наведеному в [4] експерименті, послідовні навантаження ткацького стовпчика зусиллями  $G_{np}$  та  $G_s$  і його висоту  $H_{G_s}$  фіксували. Вона відповідає рівню деформації ниток у момент переходу в силове поле АРЗ тканини.

Потім (без зайвого розвантаження) навантаження на ткацький стовпчик змінювали до рівня стискаючого  $G_c$  і фіксували його висоту  $H_{G_c}$ . Різниця значень  $H_{G_c}$  і  $H_{G_s}$  визначає релаксацію пружної частки  $\gamma'$  загальної деформації п'яти структурних пар, яку досліджували, уже за умов, що моделюють силове поле АРЗ тканини.

Слід зауважити, що до  $\gamma'$  входить і значення релаксації частки еластичної деформації ниток, що виникає протягом реєстрації показників вимірів (2...3 с), яку виділити в даному разі неможливо, проте нею можна знехтувати через малу швидкість (див. далі) відновлення.

Відносні щодо стану на межі АРЗ значення релаксації пружної частки загальної деформації за різних стискаючих зусиль  $G_c$  розраховано за формулою:

$$\gamma' = \frac{(H_{G_c} - H_{G_s})}{H_{G_s}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Релаксаційна модель залежності  $\gamma'$  від  $G_c$  має вигляд:

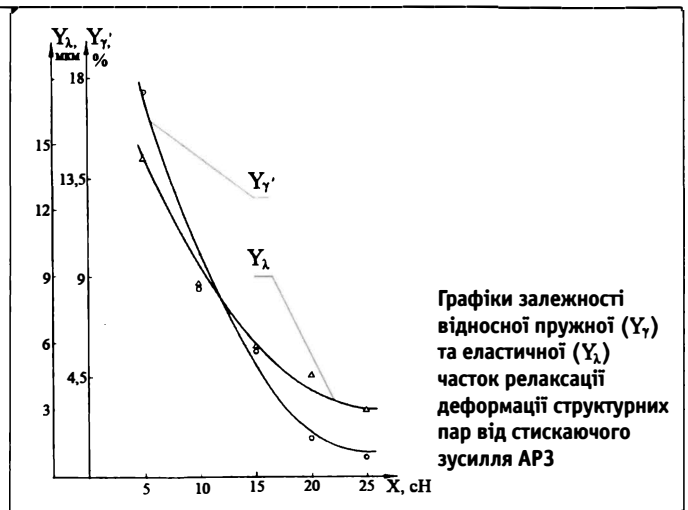
$$\gamma' = 0,043x^2 - 2,095x + 26,67, \% \quad (2)$$

де  $x$  — стискаюче зусилля  $G_c$  у межах 5...25 сН.

Графік моделі (2), наведений на рисунку, свідчить про різке зменшення релаксаційного відновлення пружної частки загальної деформації ниток від збільшення стискаючого зусилля  $G_c$ .

Після реєстрації значення релаксації пружної частки  $\gamma'$  загальної деформації ниток ткацький стовпчик витримували (протягом часу  $t = 5$  хв), під дією того самого стискаючого зусилля  $G_c$ , а його висота становила  $H_c$ . Різниця значень  $H_e$  і  $H_c$  — відновлення еластичної складової  $\lambda$  загальної деформації ниток в досліді.

Час витримки (5 хв), як довели попередні експерименти, близький до часу повної релаксації еластичної складової загальної деформації бавовняних ниток за умов тканиноформування і практично співпадає з мінімальним часом  $t_m$  перебування кожного елемента тканини середньої щільності по утку в АРЗ за опосередкованих значеннях техніко-технологічних параметрів ткання.



Графіки залежності відносної пружної ( $\gamma'$ ) та еластичної ( $\lambda$ ) часток релаксації структурних пар від стискаючого зусилля АРЗ

$$t_m = \frac{l \cdot P_y}{n \cdot 100}, \text{ хв}, \quad (3)$$

де  $l$  — довжина тканини в ПСЗ верстата, мм;  
 $P_y$  — технологічна щільність по утку, ниток/дм;  
 $n$  — частота обертання головного вала, хв.<sup>-1</sup>

За значень:  $l = 450$  мм (верстат типу АТ);  $P_y = 200$  ниток/дм;  $n = 200$  хв.<sup>-1</sup>;  $t_m = 4,5$  хв.

Залежність релаксаційного відновлення еластичної частки  $\lambda$  загальної деформації однієї структурної пари в проведених дослідах описується регресійною моделлю:

$$\lambda = 0,029x^2 - 1,435x + 20,68, \text{ мкм}, \quad (4)$$

де  $x$  — стискаюче зусилля  $G_c$  у межах 5...25 сН.

Графік моделі (4) на рисунку суміщено з графіком моделі (2). Вони демонструють схожість відображених процесів.

Проте, якщо відтворення пружної частки  $\gamma'$  деформації в проведених дослідах за зусилля  $G_c = 5$  сН становить, порівняно з відтворенням еластичної частки  $\lambda$ , 153 %, то із збільшенням стискаючого зусилля це відношення зменшується. На рівні  $G_c = 20$  сН обидві складові стають практично однаковими, а у разі подальшого збільшення стискаючого зусилля значення релаксації еластичної складової  $\lambda$  перевищує частку пружної  $\gamma'$ . Уже за  $G_c = 25$  сН таке збільшення дорівнює 50 %.

Відомий час  $t$  перебування структурної пари за умов кожного досліді (300 с) і значення релаксаційного відновлення при цьому еластичної деформації  $\lambda$  (4) дає змогу отримати досить просту степеневу залежність її середньої швидкості від дії стискаючого зусилля  $G_c$ :

$$V_\lambda = 0,218x^{-0,9}, \text{ мкм/с}, \quad (5)$$

де  $x$  — стискаюче зусилля  $G_c$  у межах 5...25 сН.

Згідно з (5) середня швидкість релаксаційного відновлення еластичної деформації однієї структурної пари  $V_\lambda = 0,005 \dots 0,012$  мкм/с.

## ВИСНОВКИ

1. Розглянуто деформаційно-релаксаційні процеси в нитках під час ткання.
2. Наведено методику реєстрації релаксації напружень поперечного стиску ниток в структурній парі тканини.
3. Отримано релаксаційну модель залежності відносної релаксації пружної частки деформації бавовняних ниток в складі структурних пар тканини арт. 3108 від дії стискаючого зусилля в її АРЗ під час ткання.
4. Отримано регресійну модель залежності еластичної частки деформації бавовняних ниток (п.3) від дії стискаючого зусилля в АРЗ тканини.
5. Із збільшенням стискаючого зусилля (п. 3 та 4) частка релаксації пружної деформації поперечного стиску ниток зменшується, а еластичної — зростає.
6. Визначено швидкість релаксаційного відновлення еластичної деформації у структурній парі бавовняних ниток.
7. Релаксація пружних та еластичних складових загальної деформації структурних пар призводить до збільшення довжини тканини у заправці верстата — формування прибіної смужки.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аксиюков В. Л. Структурні пари в будові одношарової тканини. // Легка промисловість. — 2008. — №1. С. 51.
2. Аксиюков В. Л. Визначення деформації стиску у ткацькому стовпчику. // Легка промисловість. — 2003. — №4. С. 52.
3. Мортон В. Е., Херл Д. В. Механические свойства текстильных волокон. Манчестер-Лондон, 1962 (пер. с англ.). М., Легкая индустрия, 1971. — 184 с.
4. Аксиюков В. Л. Взаємодія ниток у початковій зоні формування тканини. // Легка промисловість. — 2004. — №2. С. 48–49.

Одержано 12.02.2008