

ЛІТЕРАТУРА

1. Інтернет сайт фірм Juki, Siruba, Durkoop-Adler – режим доступу www.juki.com, www.siruba.com, www.durkoop-adler.com.
2. Пищиков В.О., Орловський Б.В. Синтез багатокрокових кулачкових програмоносіїв швейних машин-напівавтоматів. - Вісник КНУТД, №5, 2010.
3. Орловський Б.В. Роботизація швейного виробництва – К.: Техніка, 1986.-159с.
4. Пищиков В.О., Орловський Б.В. Проектування швейних машин: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів.-Київ: Видавничо-поліграфічний дім «Формат» , 2007. - 320 с.
5. Сункуев Б.С. Расчет и конструирование исполнительных механизмов машин: Учебное пособие для студентов вузов по специальности “Машины и аппараты текстильной, легкой промышленности и бытового обслуживания”. – Витебск: ВГТУ, 2003.-115 с.

Надійшла 12.07.2010

УДК:677.026.664

ТЕРТЯ ТЕКСТИЛЬНИХ НИТОК В ПЕТЛІ

Б.В. ОРЛОВСЬКИЙ, В.Б. МАЧУЛЬСКИЙ, А.Я. КОЛОМІЄЦ

Київський національний університет технологій і дизайну

Наведено результати експериментальних досліджень сили тертя ниток в петлі з кутом охоплення π радіан в залежності від напрямку їх відносного переміщення. Визначено значення миттєвого модуля пружності поліефірних віскозних ниток для швейно-вишивальних машин при відносному подовженню $\Delta l_1 = 0,1\%$ і $\Delta l_2 = 1\%$ рухомих ниток з постійною швидкістю $V=5$ м/с

Існує узагальненість особливостей зародження і існування в часі тертя ниток в петлі в текстильних матеріалах різного походження, які використовуються в різних об'єктах технічного і побутового призначення. Тертя ниток в петлі відбувається в ниткових стібках, строчках і швах, що утворюються на швейних машинах; тканинах, що виробляються на ткацьких верстатах; трикотажі, що виробляється на трикотажних і в'язальних машинах; шнурах і канатах, що виробляються на шнуроплетельних і шнуров'язальних машинах.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом дослідження є поліефірні та віскозні нитки для швейно-вишивальних машин. Миттєвий модуль пружності ниток і сили тертя рухомих ниток в петлі досліджувалися експериментальним методом з використання сучасних технічних засобів автоматизації експерименту.

Постановка завдання

В швейних машинах тертя ниток в петлі відбувається при частоті обертання головного валу машини 6000 об/хв швидкість шиття складає 6000 стібків в хвилину. Час виконання одного стібка складає 10 мс, а час затягування стібка 0.05 мс. За 10 мс в одноголкових машинах човникового стібка нитка однієї системи ниток з боку голки рухається з тертям ковзання по іншій системі ниток з боку човника. При русі нитки з боку голки нитка рухається в одному напрямі для подачі механізмом ниткопритягувача спочатку голці, а потім човнику. Після переплетення з ниткою човника нитка голки

рухається з тертям ковзання у зворотному напрямі в ковзаючому контакті спочатку з ниткою човника, а при затягуванні стібка відбувається рух з тертям ковзання і втягування вузлика з двох ниток в товщу текстильних матеріалів. В машинах ланцюгового стібка відбувається рух з тертям ковзання, як самих ниток голки і петельника в прямому і зворотному напрямі, так і рух з тертям ковзання петель з цих ниток відносно одна одної. В трикотажних і в'язальних машинах, де основними елементами структури трикотажу є петлі, нариси і протяжки, різноспрямований рух пряжі відбувається теж при русі з тертям ниткових елементів структури. Формоутворення текстильних матеріалів на ткацьких верстатах відбувається також при русі з тертям ковзання ниток основи і утка з утворенням вузлів з ниток.

Експериментальне вивчення сил тертя в петлі показало, що у багатьох випадках сила тертя при прямому і зворотному напрямі руху однієї з двох ниток по іншій нитці або петлі по петлі відбувається відхилення значень тертя при русі нитки по нитці вперед і русі нитки у зворотному напрямі.

Досліджувалися нитки швейні [1,2] для швейно-вишивальних машин які працюють в двох режимах: режимі роботи човникової зігзаг машини і режимі роботи вишивального автомата. В першому режимі роботи утворюються типові петлі з двох ниток, які затягуються і фіксуються в матеріалі, а в іншому режимі ці петлі з двох ниток залишаються під матеріалом. При максимальному навантаженні ниток човникових швів до 10 Н навантаження при дослідах складало 25%.

Результати та їх обговорення

Лінійна густина T філаментів ниток визначається масою m в грамах нитки довжиною $l = 1000$ м і позначається одиницями виміру – *тексами*:

$$T = \frac{m}{10^{-3} \cdot l} = \left[\frac{г}{км} \right] = [текс] \quad (1)$$

Якщо філамент нитки уявити у вигляді циліндру сталої густини за всім об'ємом, то маса нитки визначається з формули:

$$m = \gamma \cdot 10^6 \cdot l \cdot \frac{\pi \cdot d_{\phi}^2 \cdot 10^6}{4}, [г]. \quad (2)$$

Підставляємо (2) в (1) і отримуємо формулу для визначення текса філаментів ниток:

$$T_{\phi} = \gamma \cdot \frac{\pi \cdot d_{\phi}^2}{4 \cdot 10^{-3}} = \gamma \cdot \left(\frac{d_{\phi}}{0,0357} \right)^2, \quad (3)$$

де γ – густина матеріалу ниток: (для ниток PE1 і ПЕ2 $\gamma_1 = 1,38 \text{ мг} / \text{мм}^3$, для ниток V густина $\gamma_2 = 1,50 \text{ мг} / \text{мм}^3$).

d_{ϕ} - діаметр філаментів ниток.

[3].

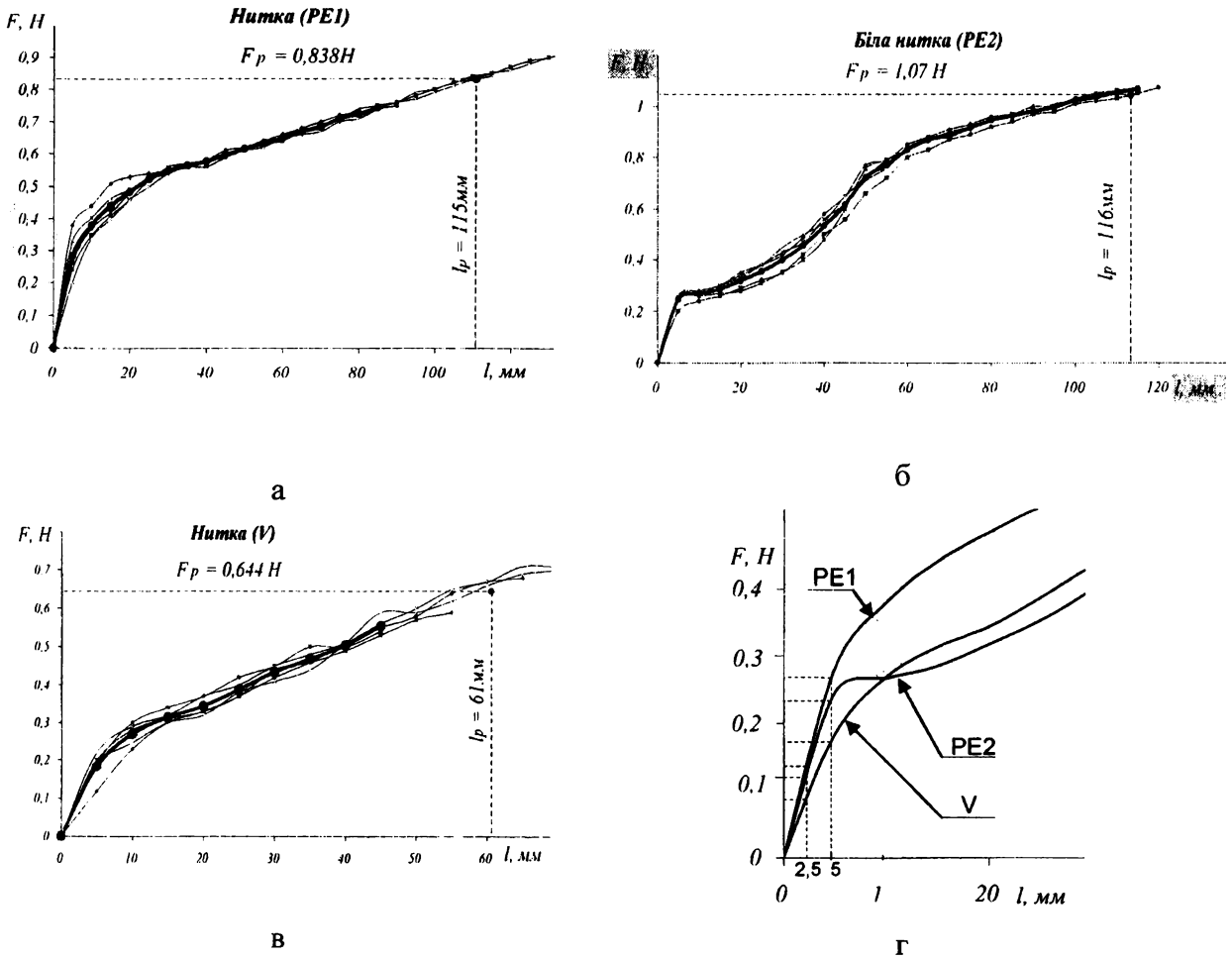


Рис.1. Експериментальні залежності деформації ниток при розтягуванні: а – ниток поліефірних PE1; б – ниток поліефірних PE2; в – віскозних ниток V; г – фрагмент графіків на ділянках пружної деформації

Модуль пружності E визначався для лінійної ділянки графіків (рис.1,г) при відносному подовженні ниток $\Delta l_1 = 0,1\% = 2,5 \text{ мм}$ і $\Delta l_2 = 1\% = 5 \text{ мм}$ за формулою:

$$E = \frac{F_{1,2} \cdot l_0}{\Delta l \cdot S}, \quad (4)$$


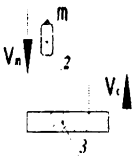
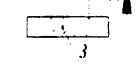
де $F_{1,2}$ – сила натягу ниток при відносному подовженні ниток $\Delta l_1 = 0,1\% = 2,5 \text{ мм}$ і $\Delta l_2 = 1\% = 5 \text{ мм}$; $l_0 = 500 \text{ мм}$ - початкова довжина нитки;

$S = S_\sigma \cdot n_\sigma$, тут S_σ - площа перетину філоменту ниток і n_σ - кількість філоментів ниток.

На рис.1 наведені типові графіки деформації ниток з яких визначалися значення модуля пружності E швейних вишивальних ниток (поліефірних PE двох типів PE1, PE2 і віскозної V) при розтягуванні з постійною швидкістю $v = 5 \text{ мм/с}$ затискувача на розривній машині КТ-7010А2(Чехія)

Фізико-механічні властивості ниток згідно з формулами (1) і (2) наведені в табл.1.

Таблиця 1. Фізико-механічні властивості ниток

Схема кріплення кінців ниток в петлі	Колір ниток (колір)	T, текс	d _ф , мм	S _ф · 10 ² , мм ²	T _ф , текс	n _ф	S ₂ , мм ²	F, Н		E, МПа	
								Δl = 1%	Δl = 2%	Δl = 1%	Δl = 2%
	PE1 (червона)	27,8...28,3 (13,98...14,15)х2	0,015	176,6	0,243	115	0,0200	0,0208	0,366	1025	930
	PE2 (біла)	27,8...28,3 (13,98...14,15)х2	0,018	276	0,381	75	0,0207	0,250	0,270	1250	737
	V (зелена)	27,8...28,3 (13,98...14,15)х2	0,018	254	0,386	75	0,0190	0,190	0,280	1000	675

В схемі кріплення кінців швейних ниток в петлі яка наведена в таблиці 1 на розривній машині експериментальної установки прийняті наступні позначення: 1 - верхній (нерухомий) затискач кінців нитки з тензодатчиком розривної машини, який реєструє сумарне зусилля натягу двох віток верхньої нитки; 2 – протизвага P масою m , яка закріплена до одного з кінців другої нитки в петлі; 3 - активний (рухомий) затискач машини, в якому закріплений другий кінець другої нитки.

Аналіз сил, що діють на нитку в зоні їх контакту.

$$F = P + N, \tag{5}$$

де N – сила натягу (опору) нитки після зони їх контакту. Її значення може змінюватися в межах $0 < N < N_{розр}$, в залежності від сили опору в зоні їх контакту:

якщо $N = 0$, тобто нитка жорстко закріплена в верхньому затискачі, то $F = P$ і це значення реєструється машиною;

якщо в зоні контакту немає сили опору. Позначимо її через $F_{опору}$, тобто $F_{опору} = 0$, то $N = P$ і залежність (5) буде мати вигляд:

$$F = P + P = 2P \tag{6}$$

Якщо сила опору $F_{опору} \neq 0$, то натяг нитки буде:

$$N = P \pm F_{опору} \tag{7}$$

Сила опору завжди протилежна напрямку руху нитки. Тома при русі протизваги 2 догори в формулі (7) враховується знак «+», якщо вниз – знак «-».

Підставивши (7) в (5), отримаємо:

$$F = P + (P \pm F_{опору}) = 2P \pm F_{опору} \tag{8}$$

$$F_{\uparrow опору} = F - 2P, \text{ при русі протизваги вгору} \tag{9}$$

$$F_{\downarrow опору} = 2P - F, \text{ при русі протизваги вниз} \tag{10}$$

$P = const$ – задається заздалегідь, F – показання вторинного вимірювального приладу.

Якщо ввести показник коефіцієнту опору по аналогії традиційного коефіцієнту тертя,

$$\text{то } f = \frac{F_{опору}}{F},$$

або з врахуванням (9) та (10):

$$f_{\uparrow} = \frac{F - 2P}{F} ; \tag{11}$$

$$f_{\downarrow} = \frac{2P - F}{F} , \tag{12}$$

де в першому наближенні формулами (11) та (12) можна користуватися і в тому випадку, коли нитка знаходиться в режимі «стоп» або в стані спокою після руху протываги відповідно вгору та вниз.

При проведенні експериментальних досліджень тертя текстильних ниток в петлі вимірювалось нормальне зусилля, яке виникає в зоні контактів петлі при різних режимах руху нитки. Обчислення коефіцієнтів опору здійснюється за формулам (11) та (12).

Таблиця 2. Результати вимірювання коефіцієнту опору

Елемент зони контакту	Рух протывагау «вгору»		Рух протывагау «вниз»		Режим «стоп»			
	F_{\uparrow}	$f_{\uparrow} = \frac{F_{\uparrow} - 2P}{F_{\uparrow}}$	F_{\downarrow}	$f_{\downarrow} = \frac{2P - F_{\downarrow}}{F_{\downarrow}}$	F_{\uparrow}	$f_{\uparrow} = \frac{F_{\uparrow} - 2P}{F_{\uparrow}}$	F_{\downarrow}	$f_{\downarrow} = \frac{2P - F_{\downarrow}}{F_{\downarrow}}$
Кульковий підшипник $D = 7 \text{ мм}$	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0
Пруток сталевий $d = 3,5 \text{ мм}$	0,28	0,285	0,16	0,25	0,28	0,18	0,15	0,25
Проволока ніхромова $d = 0,5 \text{ мм}$	0,29	0,31	0,14	0,43	0,31	0,37	0,15	0,33
Нитка	0,30	0,36	0,12	0,67	0,33	0,39	0,11	0,82
Нитка	0,32	0,36	0,13	0,54	0,27	0,26	0,13	0,54
Нитка	0,32	0,36	0,14	0,43	0,28	0,286	0,13	0,54
Нитка	0,31	0,36	0,14	0,43	0,34	0,41	0,14	0,43
		$\bar{f}_{\uparrow} = 0,35$		$\bar{f}_{\downarrow} = 0,51$		$\bar{f}_{\uparrow} = 0,34$		$\bar{f}_{\downarrow} = 0,58$

В таблиці 2 прийняті наступні умовні позначення: F_{\uparrow} – сила натягу при русі протывагау догори, кг; F_{\downarrow} – сила натягу при русі протываги вниз, Н; P – сила ваги протываги, Н; f_{\uparrow} – коефіцієнт опору при русі протываги догори; f_{\downarrow} – коефіцієнт опору при русі протываги вниз.

Аналіз експериментальних даних приведених в таблиці 2, показує, що найбільш стабільні показники коефіцієнтів опору (третья колонка) досягає при русі протываги догори, що відображає реальні умови експлуатації нитки. Із порівняння показників f_{\uparrow} третьої та сьомої колонок, можна зробити висновок, що в першому наближенні допускається вимірювання f_{\uparrow} , коли нитка знаходиться в стані спокою (режим стоп після руху протываги вгору). Це дає можливість оперативного використовувати для вимірювання f_{\uparrow} звичайні пружинні ваги прийнятної точності. Для автоматизації експерименту розривна машина [3] була додатково оснащена технічними засобами перетворення аналогової неелектричної величини (сили натягу F ниток в петлі) в дискретну електричну величину (цифровий код) за допомогою вбудованого в машину модуля аналого-цифрового перетворювача типу WAD-AIK-BUS(USB) [4]. В якості вторинного вимірювального приладу використаний персональний комп'ютер. Обробка результатів

експериментів (табл.1, табл.2, рис.1 і рис.2) виконано методами прикладної математичної статистики [5] з використанням електронної таблиць MS Office Excel.

Залежність натягу ниток від напрямку відносного переміщення ниток в петлі наведена на рис.2.

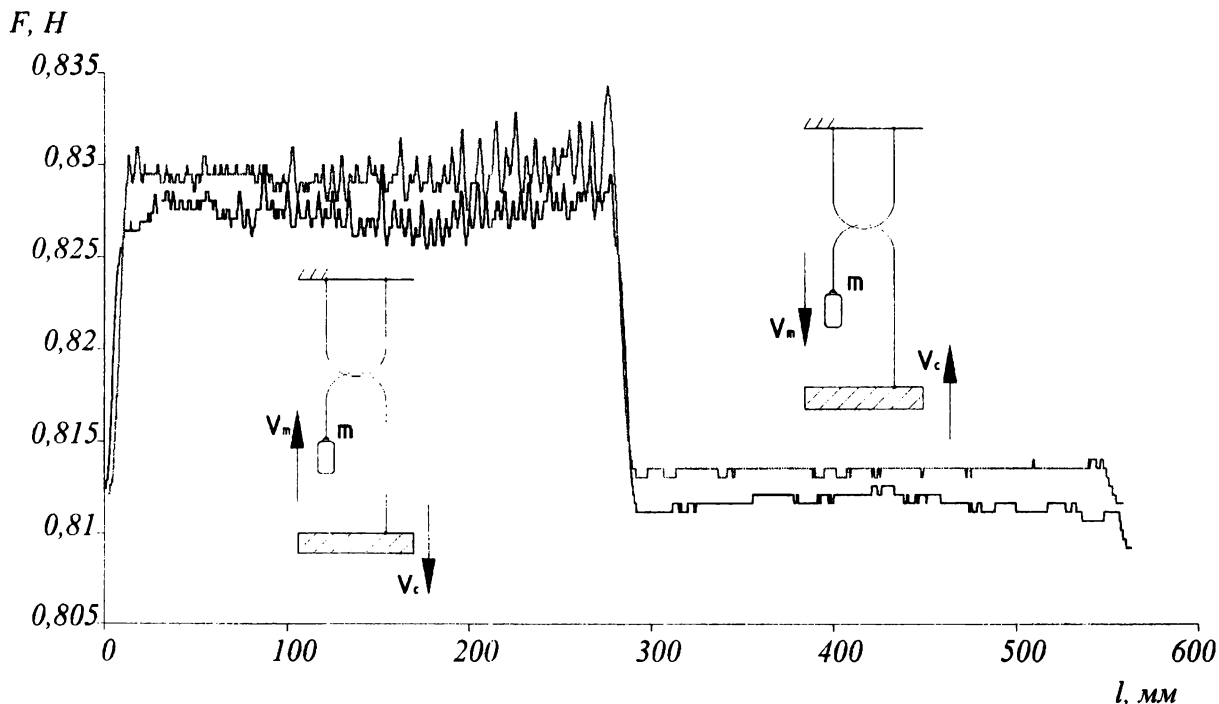


Рис.2. Типовий графік експериментальної залежності зусилля тертя двох ниток в петлі від відносного переміщення нитки в петлі (попереднє навантаження $P_0 = 9,81 \text{ H}$)

З наведеного типового графіку випливає що при русі ниток в петлі з кутом охоплення π радіан в зоні контакту з ниток що мають крутку утворюється аналог “конічної зубчатої передачі”. Тому при відносному русі ниток в петлі в одному напрямку (проти вага 1 рухається вгору) нитки додатково скручуються, сила натягу ниток зростає і дорівнюється значенню $F = [9,81 + (0,825 \dots 0,830)] \text{ H}$, а при русі ниток в зворотньому напрямку (проти вага 1 рухається вниз) додаткова крутка ниток зникає і сила натягу ниток (сила опору F) в петлі зменшується до величини початкового натягу $F = [9,81 + (0,810 \dots 0,815)] \text{ H}$.

Висновки

Експериментально підтверджено, що на механізм тертя в зоні контакту ниток в петлі впливають наступні фактори, які викликають зміну сили опору: матеріал поверхонь контактної взаємодії пари (нитка - нитка, нитка – кульовий підшипник, нитка – пруток $d=3,5 \text{ мм}$, нитка – проволока $d=0,5 \text{ мм}$); стан поверхонь взаємодії (для нитки це крутка, ворсистість); геометричні параметри зони контакту (радіус кривизни та кут взаємного охоплення); напрям відносного переміщення ниток в петлі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Нитки швейні поліефірні. - <http://art-stitch.com.ua>
2. Нитки швейні для швейно-вишивальних машин. - <http://durak.com>
3. Технический паспорт разрывной машины KE-7010A2 (Чехия)
4. Модуль АЦП типу типу WAD-AIK-BUS(USB) . - <http://acon.com.ua>
5. Орлов А.И. Прикладная статистика. - М.: Издательство “Экзамен”, 2004. - 656 с.

Надійшла 01.07.2010