



УКРАЇНА

(19) UA (11) 29353 (13) A

(51) B G01N3/32

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ В'ЯЗКО-ПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН

(21) 98062830

(22) 01.06.1998

(24) 16.10.2000

(33) UA

(46) 16.10.2000, Бюл. № 5, 2000 р.

(72) Орловський Броніслав Вікентійович, Білей Наталія Василівна

(73) ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

(57) Спосіб визначення в'язко-пружних властивостей трикотажних полотен, при якому зразок вертикально установлюють в консольно закріплених ак-

тивному та пасивному захватах, розтягують, навантажують, збуджуючи в ньому коливання, який відрізняється тим, що попередньо навантажують активний захват без зразка, збуджуючи вільні затухаючі коливання, реєструють величину амплітуди вільних затухаючих коливань для активного захвата без зразка та із зразком, визначають силу опору зразка руху активного захвата по різниці логарифмічних декрементів затухання та розраховують напруження, що виникає в одній петлі зразка, по якому судять про в'язко-пружні властивості трикотажного полотна.

Винахід відноситься до методів випробування в текстильному матеріалознавстві, зокрема, до способів дослідження розтяжності, навантаження та динаміки трикотажних полотен під час визначення їх якісних показників по фізико-механічним властивостям.

Відомий спосіб визначення розтяжності трикотажних полотен при навантаженнях менше розривних по величині відношення подовження елементарної проби ( $l_n$ ) під час прикладання постійного початкового навантаження до половини його початкового периметру ( $p_0$ ), що вираховується по формулі  $p=(l_n/p_0)100$  (ГОСТ 8847-85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках меньше разрывных, с. 11).

Спосіб дозволяє по величині залишкової деформації в умовах статичного режиму випробувань визначити тільки пружні властивості трикотажних полотен. Точність визначення пружних властивостей по відомому способу невисока, результати випробувань неоднозначні в залежності від типу обладнання, на якому його проводять, і характеризують середні значення показників розтяжності, а виконання способу зв'язано з трудомісткістю та тривалістю проведення їх для декількох зразків.

Відомо спосіб визначення в'язко-пружних властивостей трикотажних полотен, при якому зразок вертикально установлюють в консольно закріплених активному та пасивному захватах, розтягують, навантажують, збуджуючи в ньому коливання (Голубкина В.С., Пирогов К.М., Смушевич Б.А. Испытательные машины в текстильном материаловедении, с. 100-101). У відомому способі збуджують

вимушені незатухаючі коливання при постійно прикладеному навантаженні, а в'язко-пружні властивості визначають по напівпетлі гістерезису, яку дозволяє реєструвати машина, шляхом визначення її площі. Цей спосіб використовується у випробувальних машинах моделі FF-05 фірми "Metripnex" (Угорщина) і т.д. Відомий спосіб хоч і скорочує час проведення досліджень, проте визначення в'язко-пружних властивостей по петлі гістерезису також зв'язано із великою трудомісткістю, зумовленою необхідністю визначення площі напівпетлі гістерезису аналітичними методами інтегрування. При цьому способі динамічні випробування зразків зовнішньому моменту від електродвигуна приводу, а це не дозволяє кількісно визначити напружений стан зразку на протязі циклу випробування та врахувати похибку, що спричиняється кінематичними ланками машини.

В основу винаходу поставлена задача створити такий спосіб визначення в'язко-пружних властивостей трикотажних полотен, який шляхом введення нової операції та нових умов виконання дій, дозволив би врахувати похибку, що спричиняється кінематичними ланками пристрою, завдяки чому підвищується точність та досягається однозначність результатів визначення в'язко-пружних властивостей трикотажних полотен при проведенні випробувань на різному обладнанні.

Поставлена задача вирішена тим, що в способі визначення в'язко-пружних властивостей трикотажних полотен, при якому зразок вертикально установлюють в консольно закріплених активному та пасивному захватах, розтягують, навантажують, збуджуючи в ньому коливання, згідно винаходу,

попередньо навантажують активний захват без зразку (режим х.х.), збуджуючи вільні затухаючі коливання, реєструють величину амплітуди вільних затухаючих коливань для активного захвату без зразку та із зразком (режим р.х.), визначають силу опору зразку руху активного захвату по різниці логарифмічних декрементів затухання та розраховують напруження, що виникає в одній петлі трикотажного полотна, по якому судять про в'язко-пружні властивості трикотажного полотна.

Використання у запропонованому способі визначення в'язко-пружних властивостей навантаження вільними затухаючими коливаннями консольно-закріпленого захвату без зразку та із зразком, вертикально установленим в активному та пасивному захватах, дозволяє по різниці логарифмічних декрементів затухання визначити силу в'язко-пружного опору зразку руху активного захвату з урахуванням похибок, які вносяться кінематичними ланками пристрою, при цьому можна судити про напружений стан зразку на протязі всього циклу випробування, шляхом визначення по нескладній методиці напруження, що виникає в одній петлі трикотажного полотна.

На фіг. 1 зображена схема установки для визначення в'язко-пружних властивостей трикотажних полотен, на фіг. 2а, 2б представлені графіки затухаючих коливань відповідно для режиму х.х. та режиму р.х.

Установка містить активний захват 1 для зразку 2, що являється в'язко-пружним елементом з коефіцієнтом затухання  $\beta_m$  коливань у відповідності з рівнянням (1) сили в'язко-пружного опору. Нерухомих захват 3 жорстко закріплений на платформі 4 випробувального стенду. Активний захват 1 закріплений на повзуні 5, який дістає зворотньо-поступальні затухаючі коливання від коромисла 6 через шатун 7. Коромисло 6 жорстко закріплено на валу 8, встановленого в подшипнику на стійці 9 платформи. На валу 8 по ковзкій посадці з натягом закріплена втулка 10 із стрілкою 11 для реєстрації кутів  $\alpha$  та  $\beta$  для визначення  $F_{\max_{x.x.}}$  та  $F_{\max_{p.x.}}$ . Противага 12 масою  $m_{12}$  та радіусом  $R$  також змонтована на валу 8 і служить для збудження затухаючих коливань активного захвату.

Спосіб здійснюється наступним чином: на початку режиму х.х. та режиму р.х. противага 12 та стрілка 11 відмітчика кута суміщаються в одній площині в крайньому верхньому положенні. При цьому активний захват 1 займає також крайнє верхнє положення і в режимі х.х., і в режимі р.х., а проба максимально розтягується при виконанні робочого ходу на цій стадії виконання способу. При опусканні противаги виникають затухаючі коливання активного захвату і перший півперіод стрілка 11 відмітчика кутів  $\alpha$  та  $\beta$  зустрічає на своєму шляху в крайньому нижньому положенні активного захвату обмежувальний упор 13. Втулка 10 повертається на валу 8, встановлюється разом із стрілкою 11, а після разом з валом та активним захватом здійснює затухаючі коливання. Ці коливання і в режимі х.х., і в режимі р.х., автоматично записуються пристроєм, що складається із державки 14, закріпленої на повзуні 5, олівця 15, електродвигуна 16, ведучого валика 17 та валика 18 для подачі та перемотки паперової стрічки 19 реєстратора за-

тухаючих коливань. Перемотка стрічки 19 виконується із постійною відомою швидкістю для визначення періоду коливань  $\tau_{x.x.}$  та  $\tau_{p.x.}$  затухаючих коливань при холостому (фіг. 2,а) та робочому (фіг. 2,б) ході здійснення способу. Горизонтальна установка платформи 4 виконується регульовальними гвинтами 20. По закінченні затухаючих коливань по шкалі 21 відлічуються кути  $\alpha$  та  $\beta$  (фіг. 1).

Суть технічного рішення відображується рівнянням (1) коливальної системи для режиму вільних затухаючих коливань при холостому та робочому ходах (переміщеннях) активного захвату 1:

$$m^* \ddot{y}_1 + \beta_m \dot{y}_1 + c_m y_1 = 0, \quad (1)$$

де

$$m^* = (m_1 + m_{14} + m_5) + J_1 \left( \frac{\dot{\phi}_1}{\dot{y}_1} \right)^2 + m_1 \left( \frac{V_{s7}}{\dot{y}_1} \right)^2 + J_6 \left( \frac{\dot{\phi}_6}{\dot{y}_1} \right)^2 + J_{10} \left( \frac{\dot{\phi}_{10}}{\dot{y}_1} \right)^2 + m_{12} R^2 \left( \frac{\dot{\phi}_{12}}{\dot{y}_1} \right)^2,$$

приведені до активного захвату масо-інерційні параметри ланок у коливальній системі у відповідності з фіг. 1, тут

$m_i, J_i$  - маса та моменти інерції ланок з індексами, що відповідають позначенням на фіг. 1;

$\phi_i$  - кутова швидкість відповідних ланок;

$V_{s7}$  - переносна швидкість центра ваги шатуна;

$y_1 = r(1 - \cos \varphi_8 + \frac{\lambda}{2} \sin^2 \varphi_8)$  - переміщення активного захвату;

$\dot{y}_1 = r\dot{\varphi}_8(\sin \varphi_8 + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi_8)$  - швидкість активного захвату;

$\ddot{y}_1 = r\ddot{\varphi}_8^2(\cos \varphi_8 + \lambda \cos 2\varphi_8)$  - прискорення активного захвату;

$\beta_m$  - коефіцієнт затухання коливань;

$c_m$  - жорсткість матеріалу зразку при його розтягу/стиску вздовж петельних стовбців і/або петельних рядів (в режимі холостого ходу  $c_m=0$  та  $\beta_m=0$ , а затухання коливання відбувається за рахунок сил тертя в кінематичних парах коливальної системи);

$\lambda=r/l$  - кінематична характеристика коливальної системи ( $r$  - довжина коромисла 6,  $l$  - довжина шатуна 7).

Коефіцієнти  $\psi_m$  та  $c_m$  зв'язані з параметрами затухання наступним чином:

$$\Delta\delta = \ln \left( \frac{A_{k(x.x.)} - A_{k(p.x.)}}{A_{k+2(x.x.)} - A_{k+2(p.x.)}} \right) - \text{різниця логарифмічних декрементів затухання у відповідності з фіг. 2.}$$

$\psi_m = 2\Delta\delta$  - коефіцієнт демпфірування (поглинання енергії) зразком із трикотажного полотна при вільних затухаючих коливаннях;

$F = \frac{\psi_m c_m}{2\pi\dot{\varphi}_8} \dot{y}_1$  - сила в'язко-пружного опору зразку по результатам затухаючих коливань;

$F_{\max(x.x.)} = \frac{m_{12} R g}{y_1} (1 - \cos \alpha)$  - максимальна сила в'язко-пружного опору руху активного захвату при режимі холостого ходу;

$$F_{\max(\text{p.x.})} = \frac{m_{12} R g}{y_1} (1 - \cos \beta) - \text{максимальна сила}$$

в'язко-пружного опору руху пасивного захвату при режимі робочого ходу;

$$F_{\max} = F_{\max(\text{x.x.})} - F_{\max(\text{p.x.})} = \frac{m_{12} R g}{y_1} [(1 - \cos \alpha) -$$

$-(1 - \cos \beta)]$  - максимальна сила в'язко-пружного опору без розрахунку різниці логарифмічних декрементів затухання;

$\Delta S = \Delta l \cdot \Delta h$  - площа поперечного перерізу зразку після випробувань;

$$\sum_{i=1}^n \sum_{s=1}^s \sigma_1 = F / \Delta S - \text{сумарне напруження всіх петель зразку};$$

трьох зразку;

$$\sigma_i = \frac{\sum \sigma_i}{\sum n_p \cdot \sum n_c} - \text{напруження в одній петлі}$$

трикотажного полотна.

Таким чином, при послідовному виконанні затухаючих коливань активного захвату в режимі холостого ходу (без зразку) та в режимі робочого ходу (із зразком), подальший розрахунок величини коефіцієнта демфірування  $\psi_m$  по різниці логарифмічних декрементів затухання  $\Delta \delta$  дозволяє визначити силу в'язко-пружного опору зразку  $F$  і по її величині  $t$  розрахувати напруження  $\delta_i$ , що виникає в одній петлі трикотажного полотна будь-якого виду переплетення. Описана сутність технічного рішення не реалізується при використанні способів по описаним аналогам.

#### Приклад

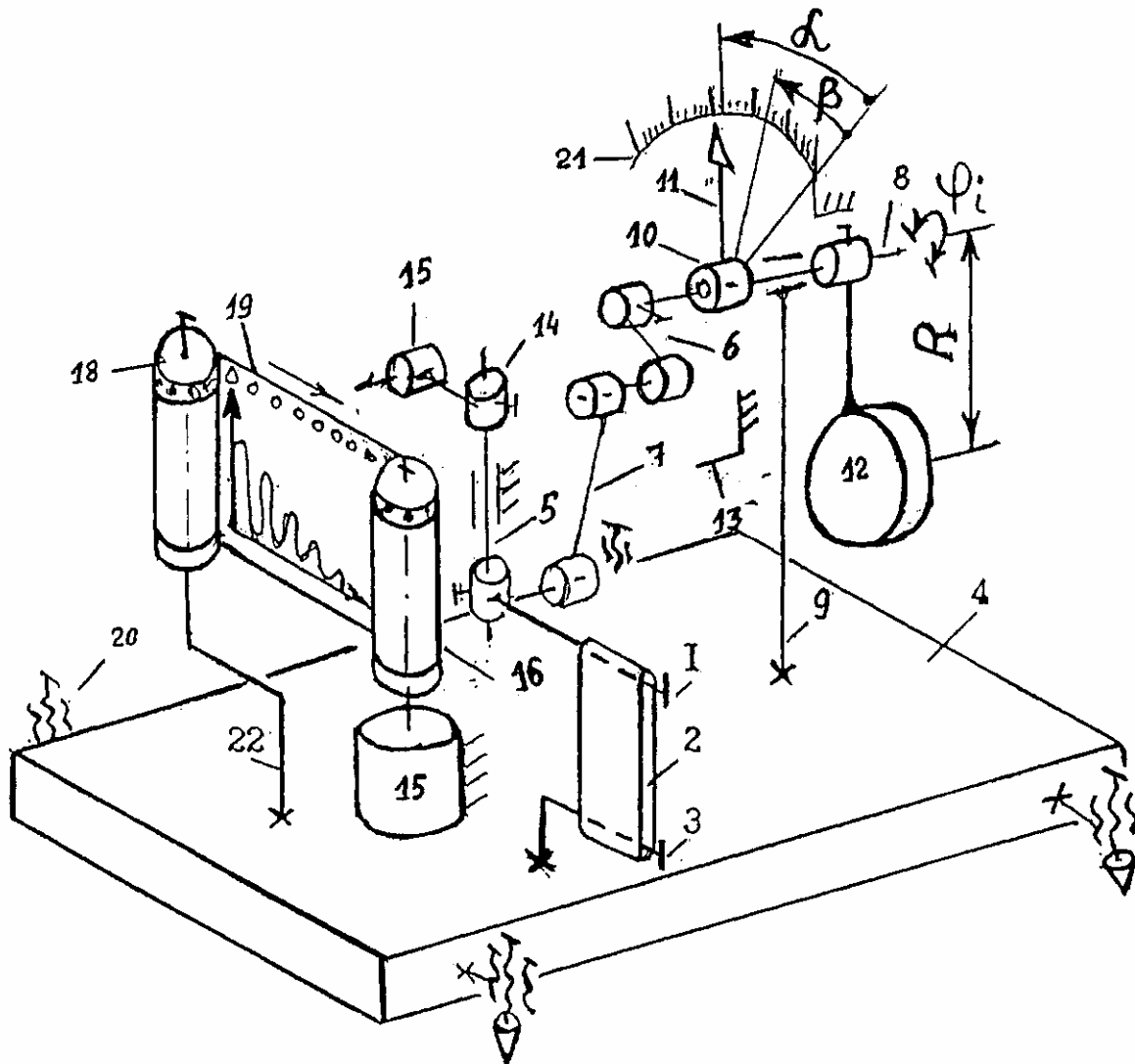
Для визначення в'язко-пружних властивостей трикотажного полотна заготовляли п'ять зразків слідує розмірів: довжиною  $l_3 = (150 + 1)$  мм; шириною  $b_1 = (27 + 1)$  мм; товщину  $h_1$  вимірювали за допомогою товщиноміра. Ці дані занесені до табл. 1. Кількість петельних стовбиків та петельних рядів в зразку площею  $2500 \text{ мм}^2$  становить відповідно 60 та 58; жорсткість матеріалу  $c_m = 42,955 \text{ Н/м}$ ; переплетення - гладь. Зразок шивали в виді кільця і надівали на захвати. Знімали результати випробувань, заносили ці дані до табл. 1 та вираховували середнє арифметичне значення. По результатам вимірювань робили розрахунки. Для цього використовували слідує характеристики установки: маса протизваги  $m_{12} = 0,5 \text{ кг}$ ; радіус протизваги  $R = 0,133 \text{ м}$ ; довжина коромисла  $g = 0,195 \text{ м}$ ; довжина шатуна  $= 0,576 \text{ м}$ ; кут повороту валу  $\varphi_B = 90$ . Результати вимірювань та розрахунків занесені до табл. 2.

Як видно із табл. 2  $\sigma_i^{\max}$  значно більше  $\sigma_1$  (див. 11, 12 колонки) та  $F_{\max}$  значно більше  $F$ . Це дозволяє рахувати, що при розрахунку напруження в одній петлі по  $F_{\max}$  дає похибку  $\delta = (\sigma_i^{\max} / \sigma_1) 100$ . Тобто розрахунок напруження в одній петлі по  $F_{\max}$  (зміряного максимального навантаження для першого напівперіоду навантаження зразку, що розраховується по методу затухаючих коливань) дає різницю в 3,9 рази. По відомому прототипу заміряється тільки  $F_{\max}$  та довжина зразку. Проте оскільки вимірювання довжини зразку потребує час відлежки (30 хв), то по величині  $\Delta l$  не може бути визначене також і напруження в одній петлі.

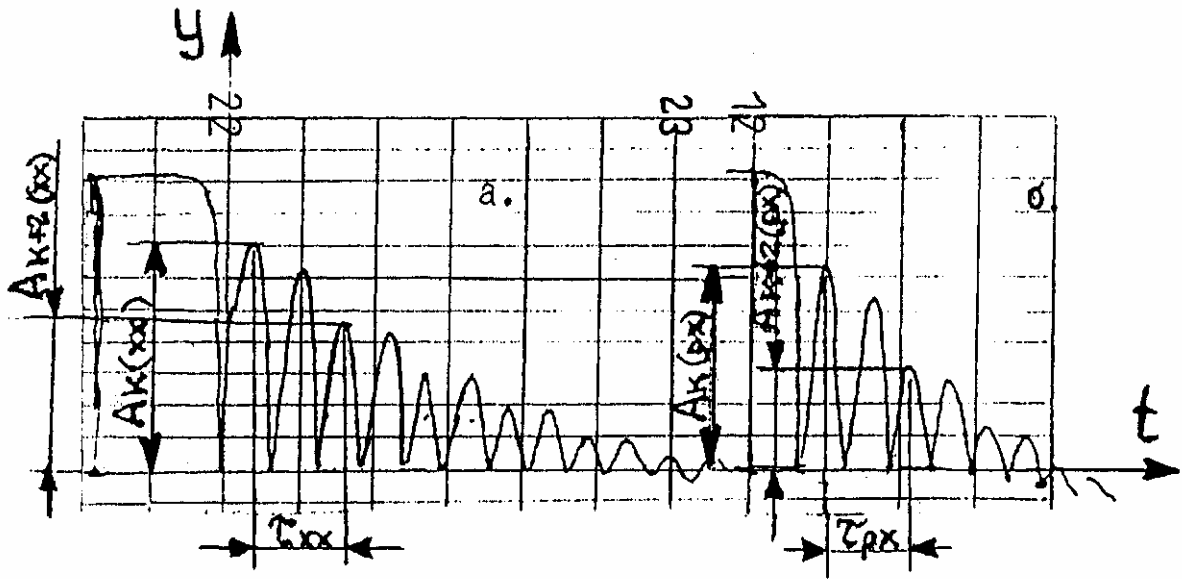
Таблиця 1

№ зразків	Результати випробувань									
	до			після						
	$l_1 \cdot 10^3$	$b_1 \cdot 10^3$	$h_1 \cdot 10^3$	$l_2 \cdot 10^3$	$b_2 \cdot 10^3$	$h_2 \cdot 10^3$	$A_{k(x.x.)} \cdot 10^3$	$A_{k(p.x.)} \cdot 10^3$	$A_{k+2(x.x.)} \cdot 10^3$	$A_{k+2(p.x.)} \cdot 10^3$
1	м	м	м	м	м	м	м	м	м	м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	75	27	0,59	82	2,6	0,55	16,5	11	13	7
2	75	27	0,61	81	2,7	0,59	16	11	10,5	6,5
3	75	27	0,6	82	2,55	0,58	17	11	14	7,5
4	75	27	0,6	81	2,55	0,54	17	11	16	9
5	75	27	0,61	82	2,65	0,57	16	11	15	8,5
$\bar{x}$	75	27	0,6	81,6	2,61	0,566	16,5	11	13,7	7,7
прото-тип	75	-	-	при $t=30 \text{ хв}$ $l_2=86$	-	-	-	-	-	-

№ зразків	Результати вимірювань										
	$\Delta l \cdot 10^3$	$\Delta h \cdot 10^3$	$\Delta S \cdot 10^3$	$\Delta \delta$	$\psi_m$	$ F $	$F_{max}$	$\sum \sigma_i$	$\sum \sigma_i^{max}$	$\sigma_i \cdot 10^3$	$\sigma_i^{max} \times 10^3$
	м	м	м <sup>2</sup>			Н	Н	Н/м <sup>2</sup>	Н/м <sup>2</sup>	Н/м <sup>2</sup>	Н/м <sup>2</sup>
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4	0,04	0,16	-0,134	-0,268	0,036	1,9370	0,224	12,11	2,11	1,14
2	6	0,02	0,12	0,201	0,402	0,054	1,9888	0,448	16,57	4,40	1,63
3	3	0,06	0,06	-0,154	-0,308	0,041	1,9633	0,687	32,72	6,53	3,11
4	7	0,04	0,42	-0,693	-1,386	0,185	2,1273	0,441	5,06	4,96	0,57
5	6	0,18	0,24	-0,916	-1,832	0,245	2,1870	1,02	9,11	10,88	0,97
$\bar{\chi}$	5,2	0,07	0,2			0,112	2,041	0,564	15,11	5,78	1,48
прототип	11	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-



Фіг. 1



Фіг. 2

---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
 (044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2002 р. Формат 60x84 1/8.  
 Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 34 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
 (044) 268-25-22

---