

С.Ю. Назаренко, канд. техн. наук, НУЦЗУ, О.М. Ларін, д-р. техн. наук, проф. НУЦЗУ, Г.О. Чернобай, канд. техн. наук, доц. НУЦЗУ, В.Ю. Назаренко, канд. наук з держ. управління, ГУ ДСНС України в Харківській області, В.Г. Баркалов, НУЦЗУ

ВИЗНАЧЕННЯ ДИСИПАТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАПІРНОГО ПОЖЕЖНОГО РУКАВА З ВНУТРІШНІМ ДІАМЕТРОМ 51 ММ ПРИ КРУЧЕННІ

Розглядаються методика і результати експериментального визначення дисипативних властивостей напірного пожежного рукава типу «Т» із внутрішнім діаметром 51 мм при деформації крученням

Ключові слова: напірний пожежний рукав, робочий тиск, випробування, гістерезис, дисипативні властивості, кручення

Постановка проблеми. При аналізі подій виходу з ладу пожежно-технічного обладнання під час експлуатації в західному регіоні України встановлено, що 60% відмов від загального числа відмов (за місяць 20% виїздів з відмовами пожежно-технічного обладнання) припадає на напірні пожежні рукави (НПР) [1].

Під час експлуатації НПР піддаються абразивному зношенню зовнішньої поверхні рукава, що призводить до виникнення дефекту (отворів та розривів), в результаті чого знижується або припиняється подача вогнегасної речовини до місця пожежі.

Проблемою на сьогоднішній день є те, що способи випробування НПР, що застосовуються в підрозділах ОРС ЦЗ, не забезпечує своєчасного визначення прихованих дефектів в рукавах. Тому актуальним є розробка та удосконалення способів випробування, що дозволяють визначити наявність прихованого дефекту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Конструкція пожежних рукавів, їх типорозміри і характеристики, галузі застосування, умови експлуатації та методи випробувань наведені у відповідних нормативних документах [1].

Аналіз літературних джерел присвячених методам розрахунків напірних пожежних рукавів показав, що вони здебільшого зводяться до розрахунку втрат тиску в мережі [2 – 4].

Результати теоретичних і експериментальних досліджень міцності силових елементів напірних пожежних рукавів, а саме армуючого каркасу, який повністю сприймає зусилля, обумовлені

наявністю гідравлічної дії внутрішнього тиску рідини усередині рукава наведені в роботах [5 – 9].

Постановка задачі та її вирішення. Деякі особливості роботи пожежних рукавів в умовах реальної експлуатації, які суттєво впливають на їх надійність, особливо при тривалих термінах використання, визначили необхідність розробки науково-обґрунтованого методу, який дозволяє установити остаточний ресурс пожежного рукава, можливість та доцільність його ремонту і подальшого застосування.

При проведенні попередніх теоретичних та експериментальних робіт з розрахунку залишкового ресурсу пожежних рукавів виникла необхідність визначення їх пружних та дисипативних властивостей в поздовжньому [10 - 13] та поперечному [14] напрямку в умовах статичних циклів навантаження-розвантаження.

Методика проведення відповідних випробувань [15] дозволяє визначити не тільки пружні, але й дисипативні властивості пожежних рукавів при крученні.

Для проведення відповідних робіт в лабораторії кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки Національного університету цивільного захисту України було змонтовано дослідну установку, схема якої наведено на рисунку 1.



Рис. 1 – Дослідна установка із встановленим фрагментом пожежного рукава

Дослідний фрагмент пожежного рукава типу «Т» із внутрішнім діаметром $d = 51$ мм, товщиною стінки $\delta = 1,5$ мм і випробувальною довжиною $L = 0,985$ м, було закріплено у вертикальному положенні відповідними пристроями і проведено цикл випробувань з його

закручування відносно поздовжньої осі на деякий кут φ із кроком 60° при дії крутного моменту M_k , який дорівнює добутку силового навантаження F (визначається динамометром) на довжину важеля R .

Дослідження проводились при внутрішньому тиску в рукаві (P) $P_1 = 0,2 \text{ МПа}$, $P_2 = 0,4 \text{ МПа}$ та $P_3 = 0,6 \text{ МПа}$, що забезпечувалось компресором, з п'ятикратним повторення навантаження (режими 1-5).

Результати випробувань при $P_1 = 0,2 \text{ МПа}$ наведені в таблиці 1 та графіках на рисунках 2 - 5.

Табл. 1. Результати випробування

Кут закручу- вання φ , град	Тиск у рукаві, $P_1 = 0,2 \text{ МПа}$							
	Крутний момент M , Нм							
	Режим 1		Режим 2		Режим 3		Режими 4-5	
	На- ван- таж.	Роз- ван- таж.	На- ван- таж.	Роз- ван- таж.	На- ван- таж.	Роз- ван- таж.	На- ван- таж.	Роз- ван- таж.
0	0,00	-	-	-	-	-	-	-
60	1,82	-	-	-	-	-	-	-
120	2,65	-	-	-	-	-	-	-
180	3,69	0,00	0,00	-	-	-	-	-
240	5,10	0,55	2,92	0,00	0,00		-	-
300	6,56	1,3	4,63	0,50	2,98	0,00	0,00	-
360	7,94	2,29	6,23	1,38	4,25	0,69	3,34	0,00
420	9,59	3,31	7,72	2,37	6,06	1,54	4,80	0,51
480	11,0	5,24	9,37	4,68	7,66	2,62	6,04	1,38
540	12,1	12,1	11,3	8,24	9,37	3,58	7,58	2,21
600	-	-	14,3	14,3	12,1	5,24	9,57	3,07
660	-	-	-	-	14,8	9,48	13,3	5,24
720	-	-	-	-	16,6	16,6	15,9	7,72
780	-	-	-	-	-	-	17,5	17,5

Початковий (рис. 2) режим навантаження проводився з недеформованим фрагментом пожежного рукава. Максимальна величина деформації становила $\Delta\varphi_1^{max} = 540^\circ$ при навантаженні $M_1^{max} = 12,1 \text{ Нм}$. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту становила $\Delta\varphi_1^{зал} = 180^\circ$.

При повторному навантаженні (рис. 3), яке було проведено через дві хвилини після першого, максимальна величина деформації становила $\Delta\varphi_2^{max} = 420^\circ$ при навантаженні $M_2^{max} = 14,3 \text{ Нм}$. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту становила $\Delta\varphi_2^{зал} = 60^\circ$.

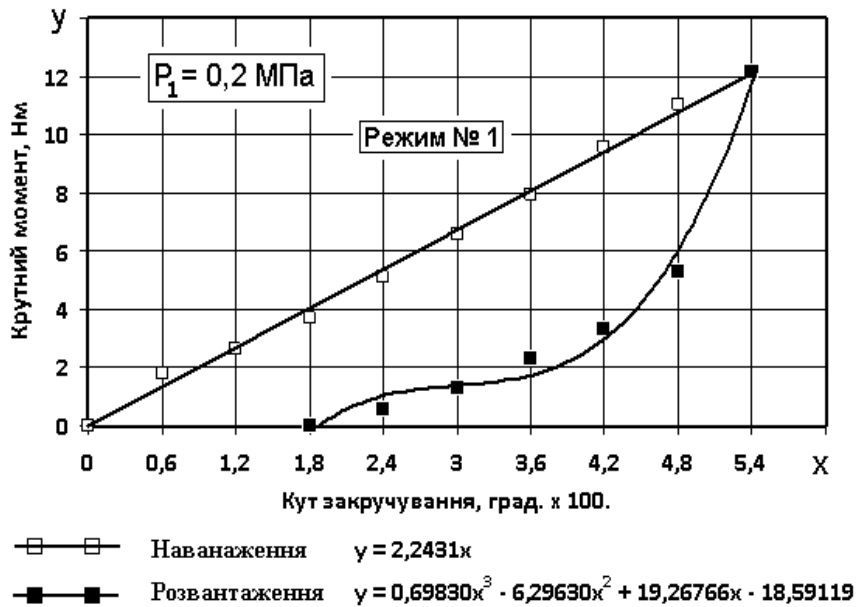


Рис. 2 – Графіки режиму навантаження – розвантаження № 1

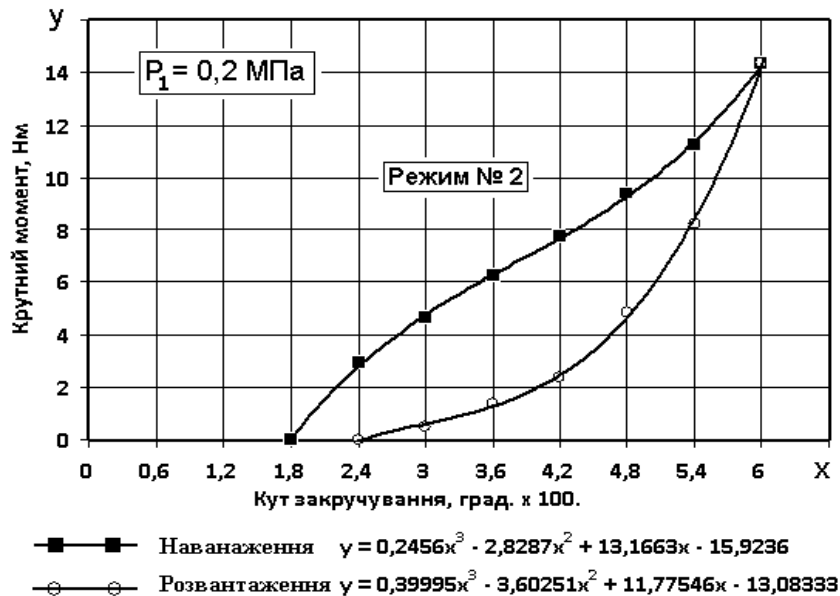


Рис. 3 – Графіки режиму навантаження – розвантаження № 2

При третьому навантаженні (рис 4), яке було проведено через дві хвилини після другого, максимальна величина деформації становила $\Delta\varphi_3^{max} = 480^\circ$ при навантаженні $M_3^{max} = 16,6 \text{ Нм}$. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту становила $\Delta\varphi_3^{зал} = 60^\circ$.

Числові параметри наступних двох режимів (рис. 5) навантаження, які було проведено з аналогічними двохвилинними інтервалами, практично не відрізняються один від одного, що дозволило усереднити їх значення. Максимальна величина деформації становила $\Delta\varphi_{4-5}^{max} = 480^\circ$ при навантаженні $M_{4-5}^{max} = 17,5 \text{ Нм}$. Після

розвантаження залишкова деформація фрагменту становила $\Delta\varphi_{4-5}^{зал} = 60^\circ$.

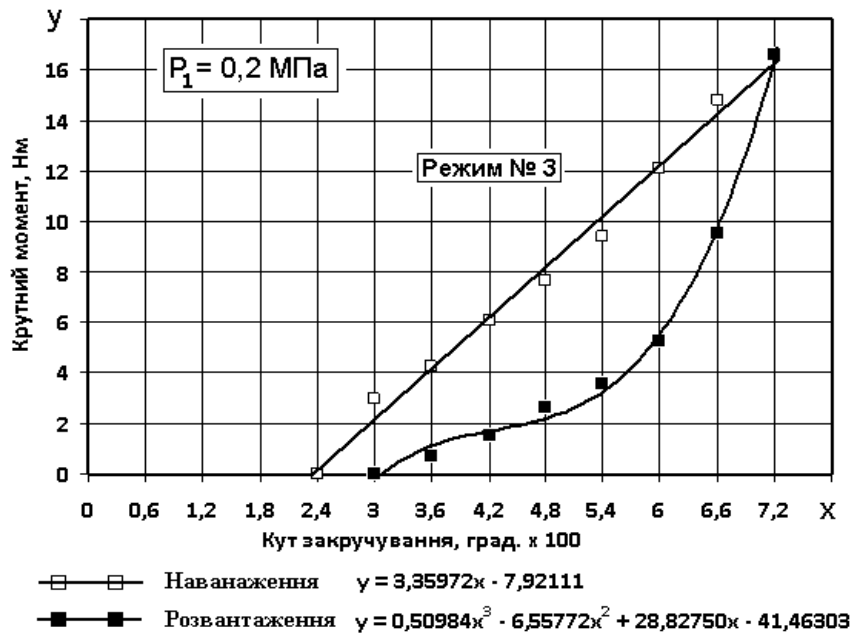


Рис. 4 – Графіки режиму навантаження – розвантаження № 3

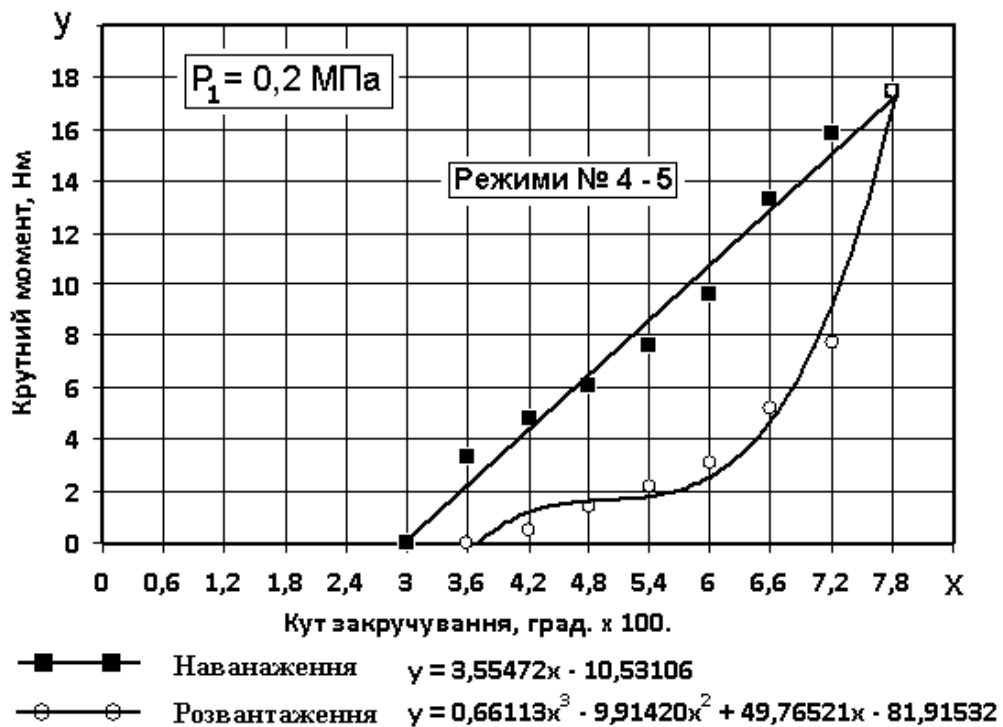


Рис. 5 – Графіки режимів навантаження - розвантаження № 4-5

Результати випробувань при $P_2 = 0,4 \text{ МПа}$ наведені в таблиці 2 та графіках на рисунках 6 – 9.

Табл. 2. Результати випробувань

Кут закручування φ , град	Тиск у рукаві, $P_2 = 0,4 \text{ МПа}$							
	Крутний момент M , Нм							
	Режим 1		Режим 2		Режим 3		Режими 4-5	
	Навантаж.	Розвантаж.	Навантаж.	Розвантаж.	Навантаж.	Розвантаж.	Навантаж.	Розвантаж.
0	0,00	-	-	-	-	-	-	-
60	3,50	-	-	-	-	-	-	-
120	4,82	0,00	0,00	-	-	-	-	-
180	6,49	1,74	4,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
240	8,28	2,84	6,62	1,79	4,77	1,6	5,33	1,19
300	10,0	4,52	8,19	2,7	6,37	2,84	6,89	2,48
360	13,2	6,59	10,7	4,51	7,99	3,86	8,93	3,64
420	15,3	11,3	13,3	6,92	11,7	6,31	11,5	5,54
480	18,2	18,2	17,6	10,3	16,0	9,32	15,1	7,42
540	-	-	20,1	20,1	19,5	19,5	18,8	18,8

Початковий режим навантаження (рис. 6) проводився з недеформованим фрагментом пожежного рукава. Максимальна величина деформації становила $\Delta\varphi_1^{max} = 480^\circ$ при навантаженні $M_1^{max} = 18,2 \text{ Нм}$. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту становила $\Delta\varphi_1^{зал} = 120^\circ$.

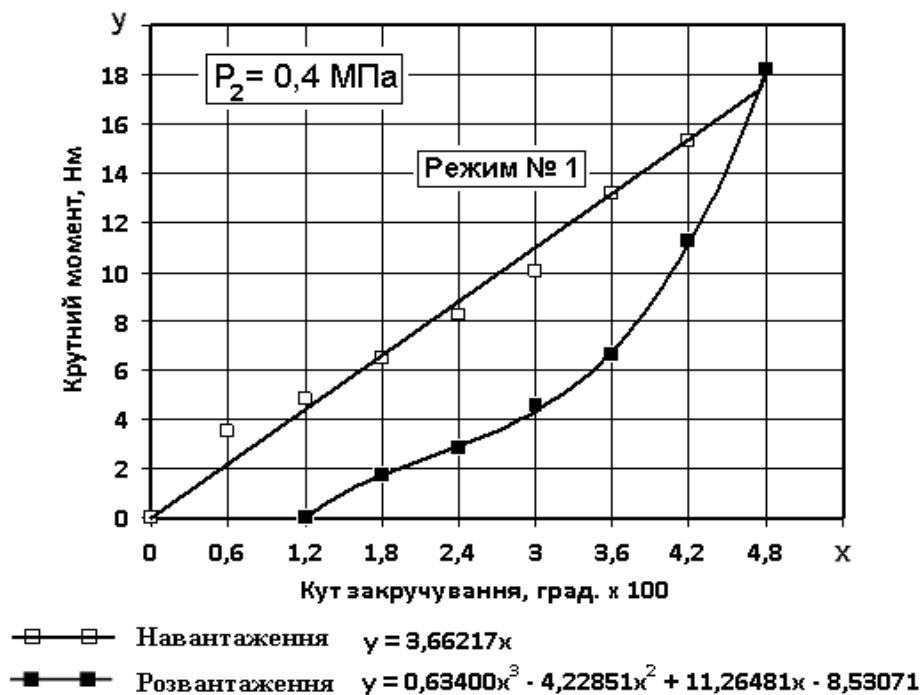


Рис. 6 – Графіки режиму навантаження – розвантаження № 1

При повторному навантаженні (рис. 7), яке було проведено через дві хвилини після першого, максимальна величина деформації становила $\Delta\varphi_2^{max} = 420^\circ$ при навантаженні $M_2^{max} = 20,1 \text{ Нм}$. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту становила $\Delta\varphi_2^{зал} = 60^\circ$.

При третьому навантаженні (рис 8), яке було проведено через дві хвилини після другого, максимальна величина деформації становила $\Delta\varphi_3^{max} = 360^\circ$ при навантаженні $M_3^{max} = 19,5 \text{ Нм}$. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту була майже відсутня, тобто $\Delta\varphi_3^{зал} \cong 0^\circ$.

Числові параметри наступних режимів навантаження (рис. 9), які було проведено з аналогічними двохвилинними інтервалами, практично не відрізняються один від одного, що дозволило усереднити їх значення. Максимальна величина деформації становила $\Delta\varphi_{4-5}^{max} = 360^\circ$ при навантаженні $M_{4-5}^{max} = 18,8 \text{ Нм}$. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту відсутня, тобто $\Delta\varphi_{4-5}^{зал} = 0$.

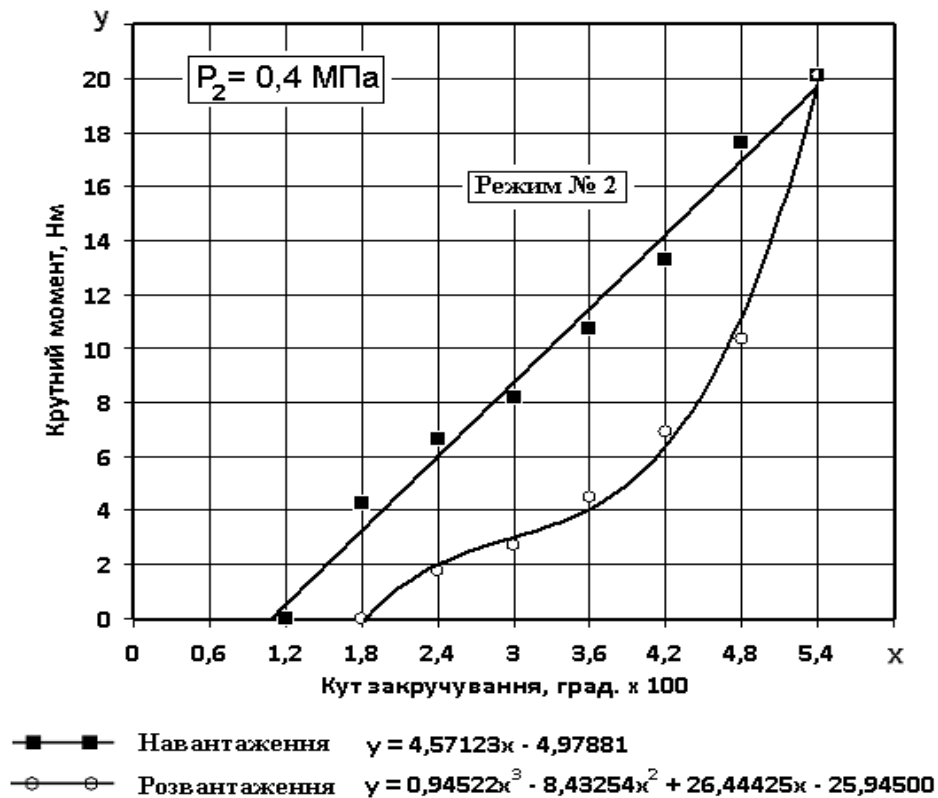
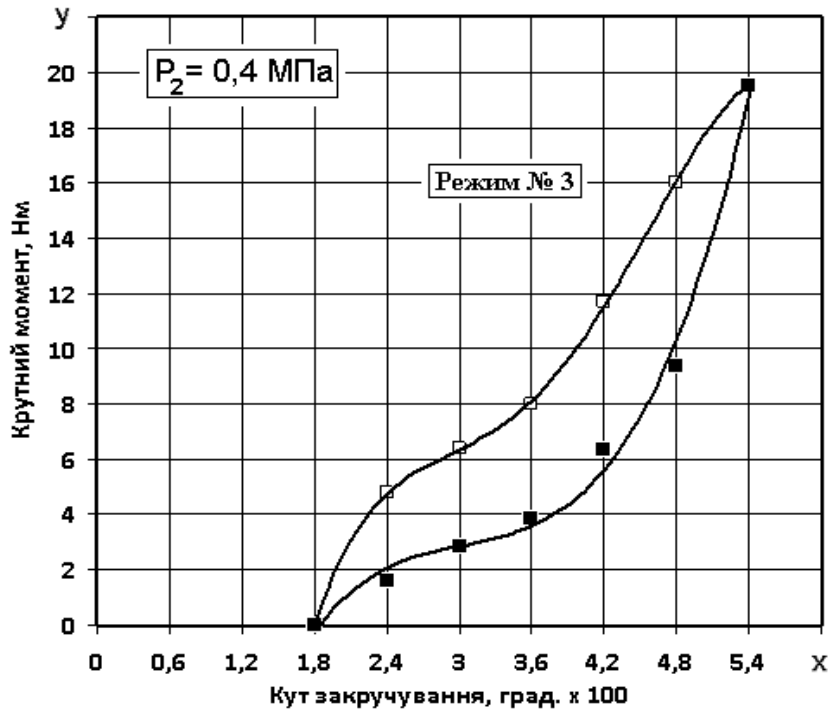
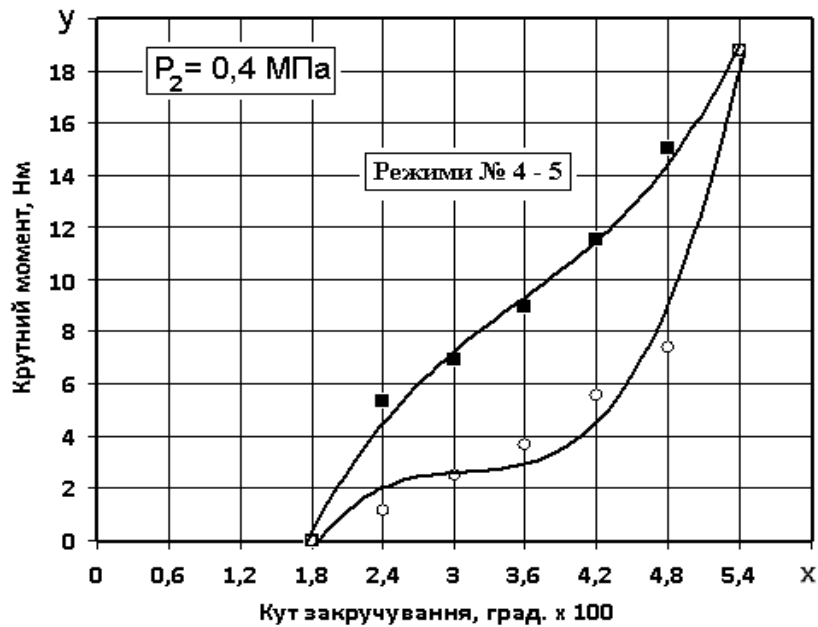


Рис. 7 – Графіки режиму навантаження – розвантаження № 2



□—□ Навантаження $y = -0,60793x^4 + 9,13230x^3 - 48,88531x^2 + 114,55345x - 94,67643$
 ■—■ Розвантаження $y = 1,07124x^3 - 9,76025x^2 + 30,53558x - 29,81333$

Рис. 8 – Графіки режиму навантаження – розвантаження № 3



■—■ Навантаження $y = 0,57099x^3 - 6,07011x^2 + 24,84444x - 28,06048$
 ○—○ Розвантаження $y = 1,21656x^3 - 11,31581x^2 + 35,38009x - 34,52643$

Рис. 9 – Графіки режимів навантаження - розвантаження № 4-5

Результати випробувань при $P_3 = 0,6 \text{ МПа}$ наведені в таблиці 3.

Табл. 3. Результати випробування

Кут закручування φ , град	Тиск у рукаві, $P_3 = 0,6 \text{ МПа}$							
	Крутний момент M , Нм							
	Режим 1		Режим 2		Режим 3		Режими 4-5	
	Навантаж.	Розвантаж.	Навантаж.	Розвантаж.	Навантаж.	Розвантаж.	Навантаж.	Розвантаж.
0	0,00	-	-	-	-	-	-	-
60	4,01	-	-	-	-	-	-	-
120	5,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
180	7,00	1,57	5,84	1,42	5,65	1,38	5,80	1,54
240	8,82	2,34	6,92	2,27	7,31	2,12	7,59	1,76
300	10,5	4,11	9,59	3,9	9,10	3,45	9,06	4,11
360	12,8	6,45	12,2	5,84	11,5	6,18	11,9	6,12
420	14,9	9,72	14,7	8,28	13,9	8,08	14,1	8,82
480	18,8	18,8	18,2	13,2	17,9	13,1	17,9	13,4
540	-	-	20,3	20,3	21,6	21,6	22,1	22,1

Початковий режим навантаження (рис. 10) проводився з недеформованим фрагментом пожежного рукава. Максимальна величина деформації становила $\Delta\varphi_1^{max} = 480^\circ$ при навантаженні $M_1^{max} = 18,8 \text{ Нм}$. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту становила $\Delta\varphi_1^{зал} = 120^\circ$.

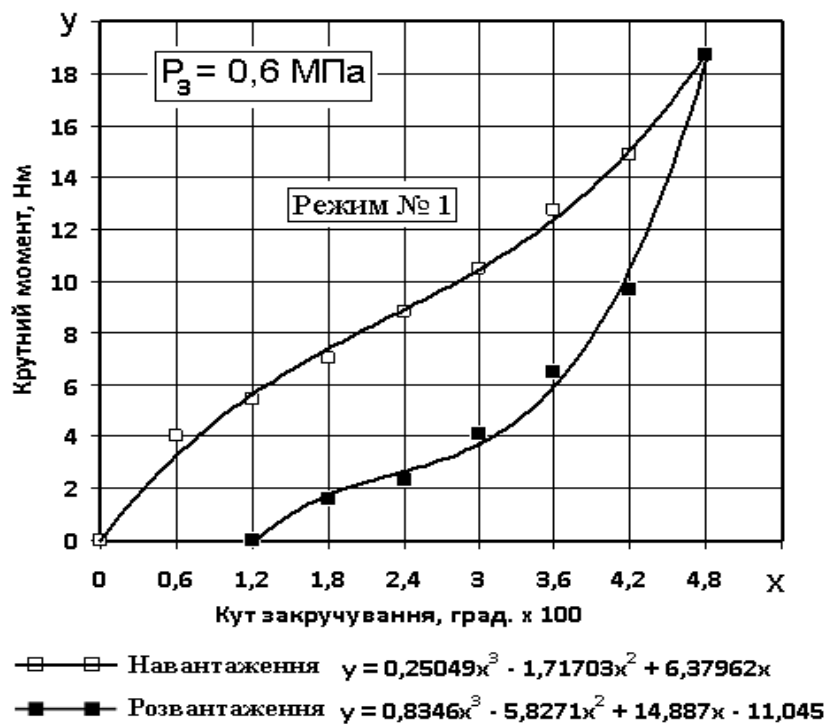


Рис. 10 – Графіки режиму навантаження – розвантаження № 1

При повторному навантаженні (рис. 11), яке було проведено через дві хвилини після першого, максимальна величина деформації становила $\Delta\varphi_2^{max} = 420^\circ$ при навантаженні $M_2^{max} = 20,3 \text{ Нм}$. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту була майже відсутня, тобто становила $\Delta\varphi_2^{zal} \cong 0$.

При третьому навантаженні (рис. 12), яке було проведено через дві хвилини після другого, максимальна величина деформації становила $\Delta\varphi_3^{max} = 420^\circ$ при навантаженні $M_3^{max} = 21,6 \text{ Нм}$. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту становила $\Delta\varphi_3^{zal} = 0$.

Числові параметри наступних двох режимів навантаження, які було проведено з аналогічними двохвилинними інтервалами, практично не відрізняються один від одного, що дозволило усереднити їх значення (рис. 13). Максимальна величина деформації становила $\Delta\varphi_{4-5}^{max} = 420^\circ$ при навантаженні $M_{4-5}^{max} = 22,1 \text{ Нм}$. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту становила $\Delta\varphi_{4-5}^{zal} = 0$.

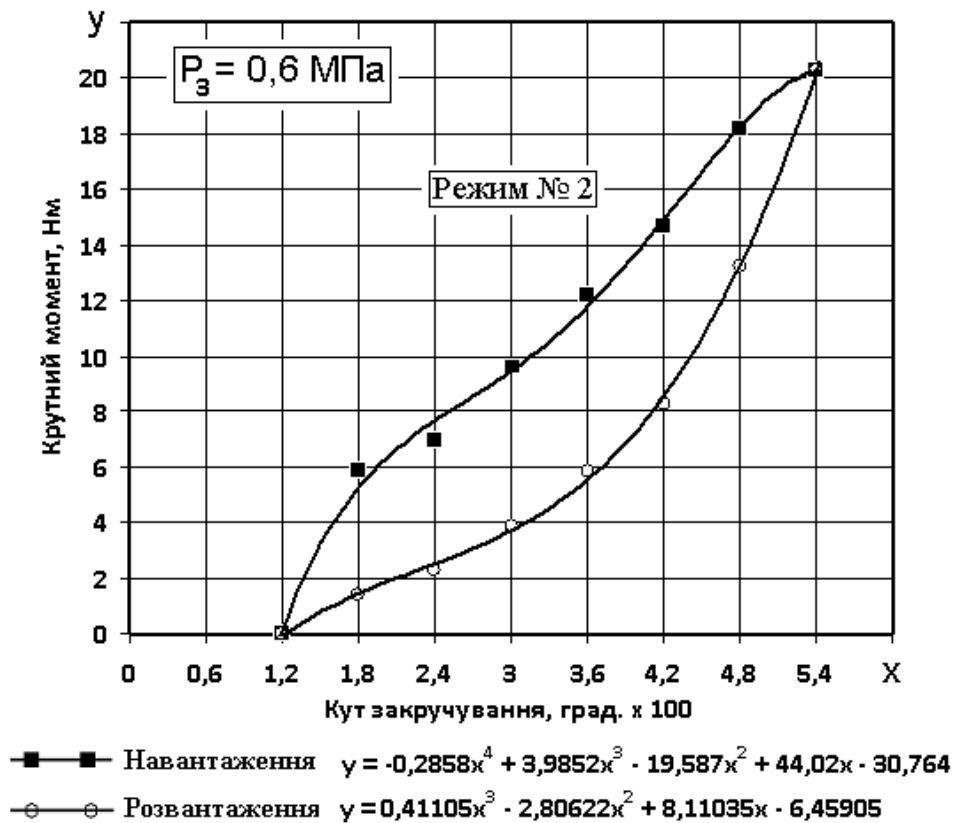


Рис. 11 – Графіки режиму навантаження – розвантаження № 2

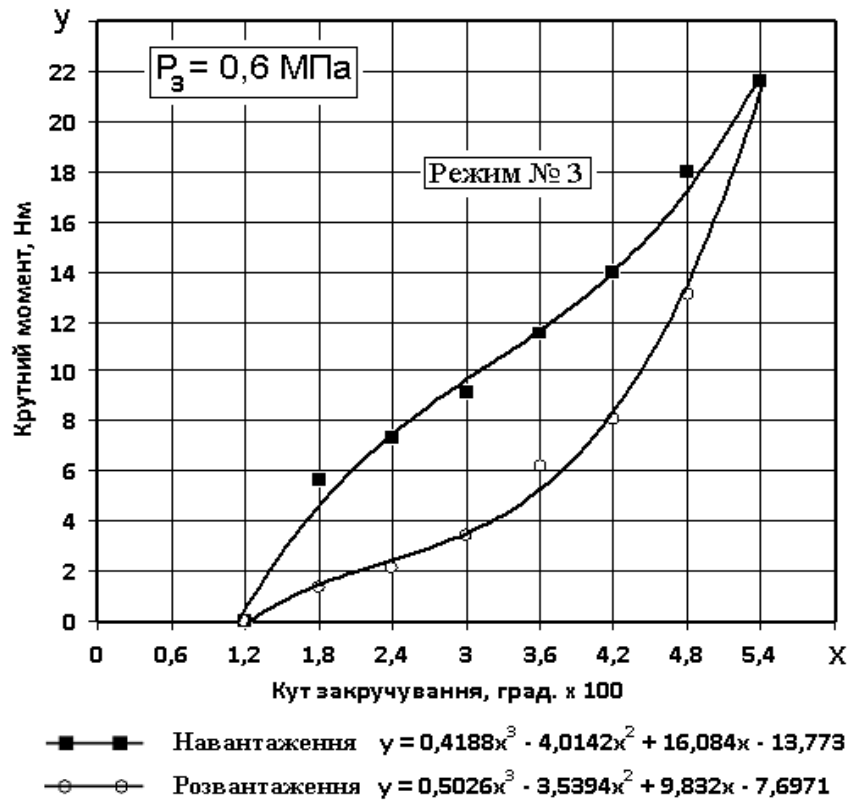


Рис. 12 – Графіки режиму навантаження – розвантаження № 3

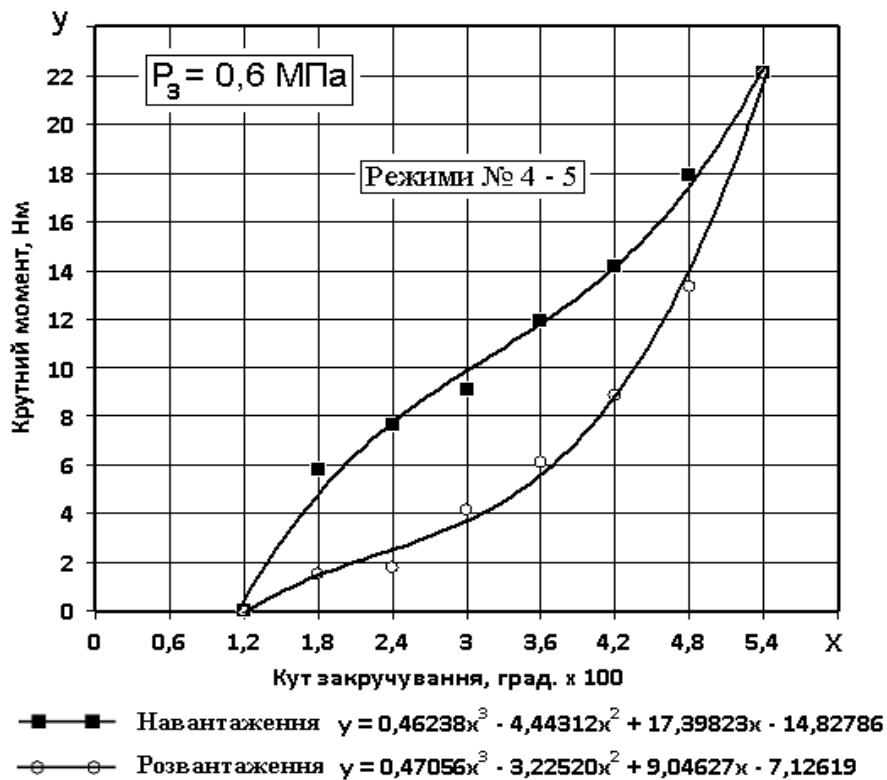


Рис. 13 – Графіки режимів навантаження - розвантаження № 4-5

Енергія (A_D), що накопичена у фрагменті пожежного рукава і яка відповідає його дисипативним властивостям при крученні,

визначається площею петлі гістерезису як різниця робіт, витрачених при навантаженні (A_H) і наступному розвантаженні (A_P) зразка

$$A_D = A_H - A_P, \quad (1)$$

де:

$$A_H = \int_{\varphi_{HP}}^{\varphi_{HK}} M_H(\varphi) d(\varphi), \quad (2)$$

$$A_P = \int_{\varphi_{PK}}^{\varphi_{PI}} M_P(\varphi) d(\varphi). \quad (3)$$

В формулах 1-3:

$M_H(\varphi)$ - рівняння залежності діючого моменту від деформації (кута закручування) фрагменту рукава при його навантаженні;

$M_P(\varphi)$ - рівняння залежності діючого моменту від деформації (кута закручування) фрагменту рукава при його розвантаженні;

φ_{HP} (φ_{HK}) - нижня (верхня) межі інтегрування, що відповідає початковій точці навантаження;

φ_{PK} (φ_{PI}) - нижня (верхня) межі інтегрування, що відповідає кінцевій точці розвантаження.

Якщо прийняти позначення графіків (рис. 2 - 13), де результати експериментальних досліджень (табл. 1- 3) апроксимовані засобами Microsoft Word відповідними поліномами трендів, то рівняння (2-3) матимуть вид

$$A_H = \int_{X_{HP}}^{X_{HK}} Y_H(X) dX, \quad (4)$$

$$A_P = \int_{X_{PK}}^{X_{PI}} Y_P(X) dX, \quad (5)$$

де: $Y_H(X)$ - рівняння (поліном) залежності діючого моменту від деформації (кута закручування) фрагменту рукава при його навантаженні;

$Y_P(X)$ - рівняння (поліном) залежності діючого моменту від деформації (кута закручування) фрагменту рукава при його розвантаженні;

X_{HP} (X_{HK}) - нижня (верхня) межі інтегрування, що відповідає початковій точці навантаження;

X_{PK} (X_{PI}) - нижня (верхня) межі інтегрування, що відповідає кінцевій точці розвантаження;

При цьому розмірності уздовж координати X в град. $\cdot 100$, а уздовж координати Y в Нм.

Для подальших розрахунків дисипативні властивості пожежного рукава при крученні доцільно визначити безрозмірним співвідношенням, або коефіцієнтом дисипації

$$\beta = A_D / A_H. \quad (6)$$

Результати розрахунків викладено в таблиці 4.

Табл. 4. Результати розрахунків

Р е ж и м	Рівняння залежності діючого моменту від деформації (кута закручування) фрагменту пожежного рукава при навантаженні – розвантаженні ($M(\varphi)$ або $y(x)$)	Нижня та верхня межа інтегрування *100 град.		Коефіцієнт дисипації
Тиск у рукаві $P_1 = 0,2$ МПа				
1	$y = 2,2431x$	0	5,4	0,66
	$y = 0,6983x^3 - 6,2963x^2 + 19,26766x - 18,59119$	1,8	5,4	
2	$y = 0,2456x^3 - 2,8287x^2 + 13,1663x - 15,9236$	1,8	6	0,51
	$y = 0,39995x^3 - 3,60251x^2 + 11,77546x - 13,08333$	2,4	6	
3	$y = 3,35972x - 7,92111$	2,4	7,2	0,53
	$y = 0,50984x^3 - 6,55772x^2 + 28,8275x - 41,46303$	3,0	7,2	
4-5	$y = 3,55472x - 10,53106$	3,0	7,8	0,58
	$y = 0,66113x^3 - 9,9142x^2 + 49,76521x - 81,91532$	3,6	7,8	
Тиск у рукаві $P_2 = 0,4$ МПа				
1	$y = 3,66217x$	0	4,8	0,49
	$y = 0,634x^3 - 4,22851x^2 + 11,26481x - 8,53071$	1,2	4,8	
2	$y = 4,57123x - 4,97881$	1,2	5,4	0,49
	$y = 0,94522x^3 - 8,43254x^2 + 26,44425x - 25,945$	1,8	5,4	
3	$y = -0,60793x^4 + 9,1323x^3 - 48,88531x^2 + 114,55345x - 94,67643$	1,8	5,4	0,42
	$y = 1,07124x^3 - 9,76025x^2 + 30,53558x - 29,81333$	1,8	5,4	
4-5	$y = 0,57099x^3 - 6,07011x^2 + 24,84444x - 28,06048$	1,8	5,4	0,48
	$y = 1,2166x^3 - 11,31581x^2 + 35,38009x - 34,52643$	1,8	5,4	
Тиск у рукаві $P_3 = 0,6$ МПа				
1	$y = 0,25049x^3 - 1,71703x^2 + 6,37962x$	0	4,8	0,54
	$y = 0,8346x^3 - 5,8271x^2 + 14,887x - 11,045$	1,2	4,8	
2	$y = -0,2858x^4 + 3,9852x^3 - 19,59x^2 + 44,02x - 30,8$	1,2	5,4	0,43
	$y = 0,41105x^3 - 2,80622x^2 + 8,11035x - 6,45905$	1,2	5,4	
3	$y = 0,4188x^3 - 4,0142x^2 + 16,084x - 13,773$	1,2	5,4	0,43
	$y = 0,5026x^3 - 3,5394x^2 + 9,832x - 7,6971$	1,2	5,4	
4-5	$y = 0,46238x^3 - 4,44312x^2 + 17,39823x - 14,82786$	1,2	5,4	0,41
	$y = 0,47056x^3 - 3,2252x^2 + 9,04627x - 7,12619$	1,2	5,4	

Висновки. Для наступних теоретичних та експериментальних робіт з розрахунку залишкового ресурсу пожежних рукавів проведено визначення їх дисипативних властивостей при крученні, в умовах статичних циклів навантаження-розвантаження.

Дослідження визначили суттєву залежність (табл. 5) дисипативних властивостей при крученні пожежного рукава типу «Т» із внутрішнім діаметром 51 мм від внутрішнього тиску та «історії» його навантаження (рис. 14).

Табл. 5. Зведена таблиця дисипативних властивостей рукава

Тиск у рукаві, <i>МПа</i>	Коефіцієнт дисипації, β			
	Режим № 1	Режим № 2	Режим № 3	Режими № 4-5
0,2	0,66	0,51	0,53	0,58
0,4	0,49	0,49	0,42	0,48
0,6	0,54	0,43	0,41	0,40

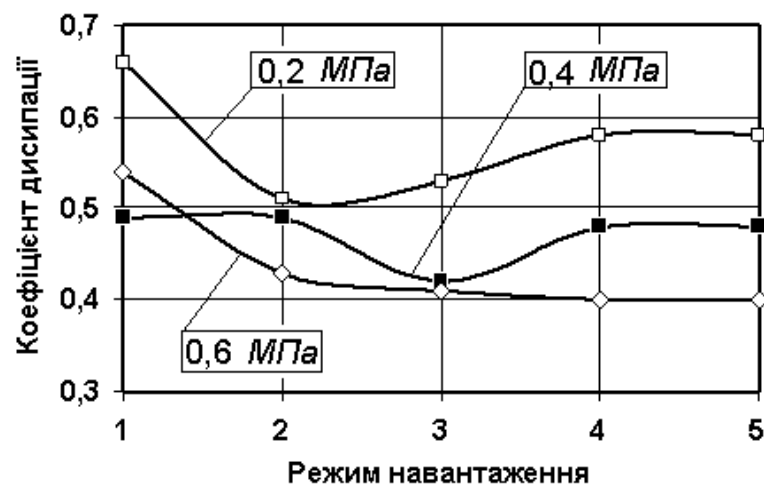


Рис. 14. Залежність дисипативних властивостей при крученні пожежного рукава типу «Т» із внутрішнім діаметром 51 мм від внутрішнього тиску та режиму навантаження.

При майже однаковому максимальному моменті, що прикладений до фрагменту пожежного рукава при тиску 0,2 МПа і 0,4 МПа на першому, другому та третьому режимах випробувань коефіцієнт дисипації значно змінювався і лише потім (4 – 5 режими) відбувалась його стабілізація.

При збільшенні тиску до 0,6 МПа коефіцієнт дисипації плавно зменшувався і стабілізувався (3 – 5 режими) на рівні 0,4.

Значний початковий гістерезис фрагменту пожежного рукава при наступних випробуваннях зменшується, що разом із зменшенням

залишкових деформацій та стабілізацією пружних властивостей [15], наближає поведінку матеріалу рукава до пружного.

Зміна властивостей матеріалу пожежного рукава при послідовних циклах деформацій навантаження–розвантаження є зворотною, проміжки між циклами деформування призводять до часткового відновлення механічних характеристик, наближаючи їх до початкових значень. Час релаксації, що в значній мірі залежить від величини попередньої відносної деформації, становить від кількох годин до кількох діб і навіть тижнів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пожежна техніка. Рукава пожежні напірні. Загальні технічні умови. ДСТУ 3810–98. [Чинний від 2005-05-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 1998. — XII, 32 с. — (Національний стандарт України).

2. Безбородько М.Д. Пожарная техника /М.Д. Безбородько, П.П. Алексеев, Б.А. Максимов, Г.И. Новиков – М.: ВИПТШ, 1979. – 435 с.

3. Иванов Е.Н. Противопожарное водоснабжение / Е.Н. Иванов –М.: Стройиздат, 1986. – 315с.

4. Качалов А.А. Противопожарное водоснабжение / А.А. Качалов, Ю.П. Воротынцеv, А.В. Власов – М.: Стройиздат, 1985. – 286 с.

5. Пономарев С.Д. Расчеты на прочность в машиностроении. Том II / Пономарев С.Д., Бидерман В.Л., Лихарев К.К., Макушин В.М., Малинин Н.Н., Феодосьев В.И. – М.: Машгиз, 1958. – 974с.

6. Бидерман В.Л. Механика тонкостенных конструкций /В.Л. Бидерман –М.: Машиностроение, 1977. –488с.

7. Светлицкий В.А. Механика трубопроводов и шлангов В.А. Светлицкий. – М.: Машиностроение, 1982. – 280 с.

8. Моторин Л.В. Математическая модель для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии /Л.В. Моторин, О.С. Степанов, Е.В. Братолобова // Изв. вузов. Технология текст. пром–сти. 2010. – №8 – С. 103 – 109.

9. Моторин Л.В. Упрощенная математическая модель для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии /Л.В. Моторин, О.С. Степанов, Е.В. Братолобова // Изв. вузов. Технология текст. пром–сти. –2011. – №.1 – С. 126 – 133.

10. Ларін О.М. Визначення поздовжньої жорсткості пожежного рукава типу «Т» діаметром 51 мм / О.М. Ларін, Г.О. Чернобай, С.Ю. Назаренко // Проблеми пожежної безпеки: збірник наукових

праць. – Харків: НУЦЗУ, 2015. - № 37. – С. 135-141.

11. Ларін О.М. Визначення поздовжньої жорсткості рукавів з внутрішнім діаметром 51 мм, якими оснащуються пожежні потяги / О.М. Ларін, Г.О. Чернобай, С.Ю. Назаренко // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – Донецьк, 2014. – № 37. – С. 151-156.

12. Ларін О.М. До визначення дисипативних властивостей напірного пожежного рукава типу «Т» із внутрішнім діаметром 51 мм при поздовжніх деформаціях / Ларін О.М., Чернобай Г.О., Назаренко С.Ю. // Пожежна безпека: теорія та практика / м. Черкаси. – Черкаси: ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2015. – С. 86-94.

13. Ларін О.М. Визначення повздовжньої жорсткості пожежного рукава / Ларін О.М., Чернобай Г.О., Назаренко С.Ю. // Проблеми пожежної безпеки: збірник наукових праць. – Х.: НУЦЗУ, 2014. – С. 133-138.

14. Ларин А.Н. Определение поперечной жёсткости пожарных рукавов диаметром 51 мм / Ларин А.Н., Чернобай Г.О., Назаренко С.Ю., Коханенко В.Б. // Чрезвычайные ситуации: Образование и наука: междунар. науч.-практ. журнал. – Гомель, ГИИ МЧС Республики Беларусь, 2016, ТОМ 11, № 1. – С. 22-26.

15. Larin A.N. Definition of elastic properties of fire hoses of type "T" with a diameter of 51 mm under torsion / Larin A.N., Chernobay G.A., Nazarenko S.Y., Lipovoy V.A. // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. - Warszawa, Polska, №8 2016 część 7. – P. 90-94.

С.Ю. Назаренко, А.Н. Ларин, Г.А. Чернобай, В.Ю. Назаренко, В.Г. Баркалов

Определение диссипативных свойств напорных пожарных рукавов с внутренним диаметром 51 мм при кручении

Рассматриваются методика и результаты экспериментального определения диссипативных свойств напорного пожарного рукава типа «Т» с внутренним диаметром 51 мм при деформации кручением.

Ключевые слова: напорный пожарный рукав, рабочее давление, испытания, жесткость, гистерезис, диссипативные свойства.

S.Yu. Nazarenko, A.N. Larin, G.A. Chernobay, V.Yu. Nazarenko, V.G. Barkalov

Determination of properties dissipative pressure fire hose with an inner diameter 51 mm torsional

The methods and results of experimental determination of the dissipative properties of a "T" pressure headlamp with an internal diameter of 51 mm for torsion deformation are considered.

Keywords: pressure fire hose, working pressure, testing, stiffness, hysteresis, dissipative properties, modulus of elasticity, torsion.