

*О.М. Ларін, д.т.н., професор, НУЦЗУ,  
Г.О. Чернобай, к.т.н., доцент, НУЦЗУ,  
С.Ю. Назаренко, ад'юнкт, НУЦЗУ,  
В.О. Липовий, викладач, НУЦЗУ*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ДИСИПАТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЖЕЖНОГО РУКАВА ТИПУ «Г» ДІАМЕТРОМ 77 ММ З УРАХУВАННЯМ НЕОДНОРІДНОСТІ ЙОГО ВНУТРІШНЬОЇ СТРУКТУРИ**

Розглядаються методика і результати визначення дисипативних властивостей пожежного рукава типу «Г» із внутрішнім діаметром 77 мм при поздовжніх деформаціях з урахуванням неоднорідності його структури.

**Ключові слова:** рукав, напірний пожежний рукав, робочий тиск, випробування, жорсткість, гістерезис, дисипативні властивості.

**Постановка проблеми.** Відомо, що існують лише періодичні (один раз на рік, або після ремонту рукава) гідравлічні випробування пожежних напірних рукавів [1], котрі не забезпечують своєчасне визначення їхніх прихованих дефектів. Разом з тим встановлено, що 95 % відмов рукавів трапляються внаслідок зменшення міцності чохла, з яких 25 % відмов складають відмови на пожежах [2], безумовно, заміна ушкодженому рукаву знайдеться, але це призведе до значних матеріальних збитків і загибелі людей. Тому необхідно заздалегідь визначити ушкоджені рукави та ремонтувати їх, або своєчасно вилучати з експлуатації.

Таким чином заходи, що спрямовані на визначення залишкового ресурсу пожежних рукавів, можливості їх ремонту, надійності і безпечності подальшої експлуатації, в значній мірі сприяють підвищенню оперативної готовності пожежно-рятувальних частин, а також економічній ефективності їх функціонування.

**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 [2-6].

Результати теоретичних і експериментальних досліджень міцності силових елементів напірних пожежних рукавів, а саме армуючого каркасу, який повністю сприймає зусилля, що обумовлені наявністю гідравлічної дії внутрішнього тиску рідини усередині рукава, котрі наведені в роботах [7-10], використовуються при розрахунках нових перспективних типів пожежних рукавів і не враховують суттєвих змін в їх структурі та харак-

теристиках, що безумовно відбуваються в процесі реальної експлуатації.

Таким чином, аналіз літературних джерел показав актуальність теоретичних розробок розрахункових методів та доцільність експериментальних досліджень, які спрямовані на визначення залишкового ресурсу пожежних рукавів та надійності їх подальшої експлуатації.

**Постановка завдання та його 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 дисипативних властивостей, в умовах статичних циклів навантаження-розвантаження.

Наслідком відповідних випробувань [11] було визначення коефіцієнту дисипації пожежного рукава типу «Т» із внутрішнім діаметром 77 мм, який при початковому циклі навантаження-розвантаження становив 0,42, при повторному – збільшився і потім стабілізувався на трьох наступних циклах, які визначили його усереднене значення на рівні 0,64.

При аналізі результатів початкового етапу досліджень виникла необхідність визначення дисипативних властивостей рукавів в умовах подовжнього статичного навантаження з урахуванням неоднорідності їх структури, яке дозволяє виконати методика проведення відповідних випробувань [11-12].

Для визначення дисипативних властивостей зовнішнього тканинного армуючого каркасу та внутрішнього гідроізолюючого гумового шару пожежного рукава типу «Т» з внутрішнім діаметром 77 мм було використано дослідну установку ДМ – 30 М, яка встановлена в лабораторії кафедри прикладної механіки Національного університету цивільного захисту України.

Роздільне навантаження-розвантаження структурних елементів рукава проводилось з постійним кроком (1 мм) подовження із фіксацією відповідного зусилля (кН).

Початковий режим (цикл № 1) навантаження–розвантаження проводився з недеформованим фрагментом тканинного армуючого каркасу пожежного рукава з випробувальною довжиною  $l_{T0} = 124 \cdot 10^{-3}$  м. Максимальна величина деформації становила  $\Delta l_{T1}^{max} = 7 \cdot 10^{-3}$  м, при навантаженні  $F_{T1}^{max} = 3960$  Н. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту становила  $\Delta l_{T1}^{зал} = 2 \cdot 10^{-3}$  м.

При повторному випробуванні (цикл № 2), яке було проведено через дві хвилини після першого, максимальна величина деформації становила  $\Delta l_{T2}^{max} = 5,0 \cdot 10^{-3}$  м, при навантаженні  $F_{T2}^{max} = 4800$  Н. Після розвантаження залишкова деформація фрагменту становила  $\Delta l_{T2}^{зал} = 1,0 \cdot 10^{-3}$  м.

Числові параметри трьох наступних режимів навантаження- розва-

нтаження (цикли № 3-5), які було проведено з аналогічними двохвилинними інтервалами, практично не відрізняються один від одного, що дозволило усереднити їх значення.

Максимальна величина їх деформації становила  $\Delta l_{T(3-5)}^{max} = 5,0 \cdot 10^{-3}$  м, при навантаженні  $F_{T(3-5)}^{max} = 5236$  Н.

Залишкова деформація фрагменту після розвантаження становила  $\Delta l_{T(3-5)}^{зал} = 1 \cdot 10^{-3}$  м.

Результати випробувань фрагменту тканинного армуючого каркасу пожежного рукава наведені в табл. 1.

Табл. 1

Деформація, мм	Величина навантаження, Н					
	Цикл № 1		Цикл № 2		Цикли № 3-5	
	Навантаження	Розвантаження	Навантаження	Розвантаження	Навантаження	Розвантаження
0	0	-	-	-	-	-
1	240	-	-	-	-	-
2	504	0	0	-	-	-
3	1176	240	720	0	0	-
4	1896	840	1440	240	1090	0
5	2208	1800	3840	888	2024	400
6	2592	2208	4440	1968	3280	1200
7	3960	3960	4800	4800	4400	2480
8	-	-	-	-	5236	5236

Для дослідження залежностей між навантаженнями та деформаціями фрагменту зовнішнього армуючого каркасу напірного пожежного рукава результати експериментальних досліджень апроксимовані засобами Microsoft Word відповідними поліномами із визначенням рівнянь їх трендів для наступної математичної обробки.

Графіки, які відповідають результатам випробувань фрагменту тканинного армуючого каркасу пожежного рукава, лінії трендів та їх рівняння наведені на рис. 1-3.

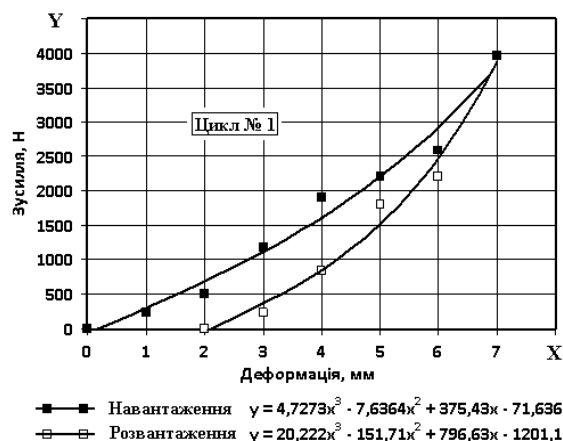


Рис. 1. Графік циклу № 1 навантаження – розвантаження фрагменту тканинного армуючого каркасу пожежного рукава

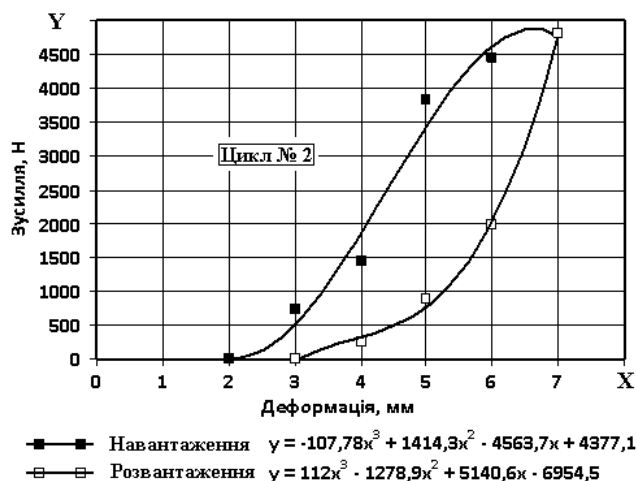


Рис. 2. Графік циклу № 2 навантаження – розвантаження фрагменту тканинного армуючого каркасу пожежного рукава

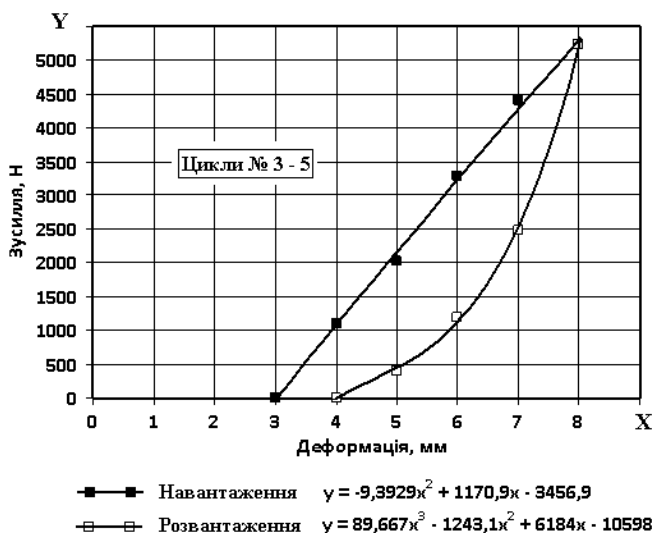


Рис. 3. Графік циклів № 3-5 навантаження – розвантаження фрагменту тканинного армуючого каркасу пожежного рукава

Енергія ( $A_D$ ), що накопичена в зразку і яка відповідає дисипативним властивостям матеріалу фрагменту пожежного рукава, визначається площею петлі гістерезису як різниця робіт, витрачених при навантаженні ( $A_H$ ) і наступному розвантаженні ( $A_P$ ) зразка

$$A_D = A_H - A_P = \int_{\Delta\ell_{HP}}^{\Delta\ell_{HK}} F_H(\Delta\ell)d(\Delta\ell) - \int_{\Delta\ell_{PP}}^{\Delta\ell_{PK}} F_P(\Delta\ell)d(\Delta\ell), \quad (1)$$

де  $F_H(\Delta\ell)$  – рівняння залежності діючої сили від деформації зразка при його навантаженні;  $F_P(\Delta\ell)$  – рівняння залежності діючої сили від деформації зразка при його розвантаженні;  $\Delta\ell_{HP}$  – нижня межа інтегрування, що відповідає початковій точці навантаження;  $\Delta\ell_{HK}$  – верхня межа інтегрування, що відповідає кінцевій точці навантаження;  $\Delta\ell_{PP}$  – нижня межа інтегрування, що відповідає кінцевій точці розвантаження;  $\Delta\ell_{PK}$  – верхня

межа інтегрування, що відповідає початковій точці розвантаження.

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

$$A_D = A_H - A_P = \int_{X_{HI}}^{X_{HK}} Y_H(X) dX - \int_{X_{PI}}^{X_{PK}} Y_P(X) dX, \quad (2)$$

де  $Y_H(X)$  – рівняння (поліном) залежності діючої сили від деформації зразка при його навантаженні;  $Y_P(X)$  – рівняння (поліном) залежності діючої сили від деформації зразка при його розвантаженні;  $X_{HI}$  – нижня межа інтегрування, що відповідає початковій точці навантаження;  $X_{HK}$  – верхня межа інтегрування, що відповідає кінцевій точці навантаження;  $X_{PI}$  – нижня межа інтегрування, що відповідає кінцевій точці розвантаження;  $X_{PK}$  – верхня межа інтегрування, що відповідає початковій точці розвантаження.

При цьому розмірності значень уздовж координати  $X$  в мм, а уздовж координати  $Y$  в Н, що визначає розмірність енергії в Нмм.

Для подальших розрахунків дисипативні властивості структурних елементів пожежного рукава доцільно визначити безрозмірним співвідношенням (коефіцієнт дисипації)

$$\beta = A_D / A_H . \quad (3)$$

При першому циклі випробувань фрагменту зовнішнього армуючого каркасу напірного пожежного рукава (рис. 1) експериментальні результати апроксимовані залежностями:

–при навантаженні  $Y_H(X) = 4,7273X^3 - 7,6364X^2 + 375,43X - 71,636$ ;

–при розвантаженні  $Y_P(X) = 20,222X^3 - 151,71X^2 + 796,63X - 1201,1$ .

Відповідно, енергія навантаження першого циклу становить

$$A_{HI} = \int_0^7 (4,7273X^3 - 7,6364X^2 + 375,43X - 71,636) dX = 10661,05 \text{ Нмм} \cong 10,66 \text{ Дж.}$$

Енергія гістерезису становить

$$A_{DI} = A_{HI} - A_{PI} = \int_0^7 (4,7273X^3 - 7,6364X^2 + 375,43X - 71,636) dX - \int_2^7 (20,222X^3 - 151,71X^2 + 796,63X - 1201,1) dX = 3625,96 \text{ Нмм} \cong 3,63 \text{ Дж,}$$

звідки  $\beta_1 = A_{DI} / A_{HI} = 3,63 / 10,66 = 0,341$ .

Аналогічно при другому циклі випробувань (рис. 2) експеримента-

льні результати апроксимовані залежностями:

$$- \text{ при навантаженні } Y_H(X) = -107,78X^3 + 1414,3X^2 - 4563,7X + 4377,1;$$

$$- \text{ при розвантаженні } Y_P(X) = 112X^3 - 1278,9X^2 + 5140,6X - 6954,5.$$

Відповідно, енергія навантаження другого циклу становить

$$A_{H2} = \int_2^7 (-107,78X^3 + 1414,3X^2 - 4563,7822X + 4377,1) dX = 12868,59 \text{ Нм} \cdot \text{м} \cong 12,87 \text{ Дж}.$$

Енергія гістерезису становить

$$A_{Д2} = A_{H2} - A_{P2} = \int_2^7 (-107,78X^3 + 1414,3X^2 - 4563,7822X + 4377,1) dX - \\ - \int_3^7 (112X^3 - 1278,9X^2 + 5140,6X - 6954,5) dX = 7625,39 \text{ Нм} \cdot \text{м} \cong 7,63 \text{ Дж},$$

$$\text{звідки } \beta_2 = A_{Д2} / A_{H2} = 7,63 / 12,87 = 0,593.$$

При третьому – п'ятому циклах випробувань (рис. 3) усереднені експериментальні результати апроксимовані залежностями:

$$- \text{ при навантаженні } Y_H(X) = -9,3929X^2 + 1170,9X - 3456,9;$$

$$- \text{ при розвантаженні } Y_P(X) = 89,667X^3 - 1243,1X^2 + 6184X - 10598.$$

Відповідно, енергія навантаження третього – п'ятого циклів становить

$$A_{H3-5} = \int_3^8 (-9,3929X^2 + 1170,9X - 3456,9) dX = 13396,74 \text{ Нм} \cdot \text{м} \cong 13,4 \text{ Дж}.$$

Енергія гістерезису становить:

$$A_{Д3-5} = A_{H3-5} - A_{P3-5} = \int_3^8 (-9,3929X^2 + 1170,9X - 3456,9) dX - \\ - \int_4^8 (89,667X^3 - 1243,1X^2 + 6184X - 10598) dX = 6928,69 \text{ Нм} \cdot \text{м} \cong 6,93 \text{ Дж},$$

$$\text{звідки } \beta_{3-5} = A_{Д3-5} / A_{H3-5} = 6,93 / 13,4 = 0,517.$$

За аналогічною методикою проведені дослідження дисипативних властивостей внутрішнього гідроізолюючого гумового шару пожежного рукава типу «Г» з внутрішнім діаметром 77 мм.

Початковий режим навантаження-розвантаження (цикл № 1) проводився з недеформованим фрагментом внутрішнього гідроізолюючого гумового шару пожежного рукава випробувальною довжиною  $l_{Г0} = 154 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ . Максимальна величина деформації становила  $\Delta l_{Г1}^{max} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ , при навантаженні  $F_{Г1}^{max} = 288 \text{ Н}$ .

Після розвантаження залишкова деформація фрагменту становила  $\Delta l_{\Gamma 1}^{зал} = 4 \cdot 10^{-3}$  м.

При повторному випробуванні (цикл № 2) фрагменту, яке було проведено через дві хвилини після першого, максимальна величина деформації становила  $\Delta l_{\Gamma 2}^{max} = 8,0 \cdot 10^{-3}$  м, при навантаженні  $F_{\Gamma 2}^{max} = 312$  Н.

Після розвантаження залишкова деформація фрагменту становила  $\Delta l_{\Gamma 2}^{зал} = 1,0 \cdot 10^{-3}$  м.

Табл. 2

Деформація, мм	Величина навантаження, Н					
	Цикл № 1		Цикл № 2		Цикли № 3-5	
	Навантаження	Розвантаження	Навантаження	Розвантаження	Навантаження	Розвантаження
0	0	-	-	-	-	-
1	48	-	-	-	-	-
2	72	-	-	-	-	-
3	120	-	-	-	-	-
4	144	0	0	-	-	-
5	168	24	48	0	0	-
6	192	72	120	48	24	0
7	216	120	192	96	88	24
8	240	192	216	120	120	48
9	264	216	240	168	168	72
10	288	288	264	192	208	120
11	-	-	288	240	240	144
12	-	-	312	312	264	192
13	-	-	-	-	296	240
14	-	-	-	-	336	312
15	-	-	-	-	376	376

Числові параметри трьох наступних режимів навантаження (цикли № 3-5) фрагменту внутрішнього гідроізолюючого гумового шару пожежного рукава, які було проведено з аналогічними двохвилинними інтервалами, практично не відрізняються один від одного, що дозволило усереднити їх значення.

Максимальна величина деформації становила  $\Delta l_{\Gamma(3-5)}^{max} = 10,0 \cdot 10^{-3}$  м, при середньому навантаженні  $F_{\Gamma(3-5)}^{max} = 376$  Н.

Залишкова деформація фрагменту після розвантаження становила  $\Delta l_{\Gamma(3-5)}^{зал} = 1 \cdot 10^{-3}$  м.

Результати досліджень фрагменту внутрішнього гідроізолюючого гумового шару пожежного рукава наведені в таблиці 2, а відповідні графіки, лінії трендів та їх рівняння наведені на рис. 4-6.

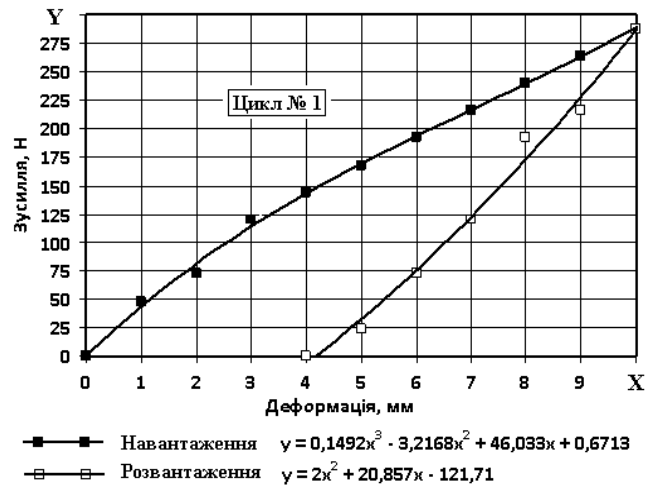


Рис. 4. Графік циклу № 1 навантаження – розвантаження фрагменту внутрішнього гумового шару пожежного рукава

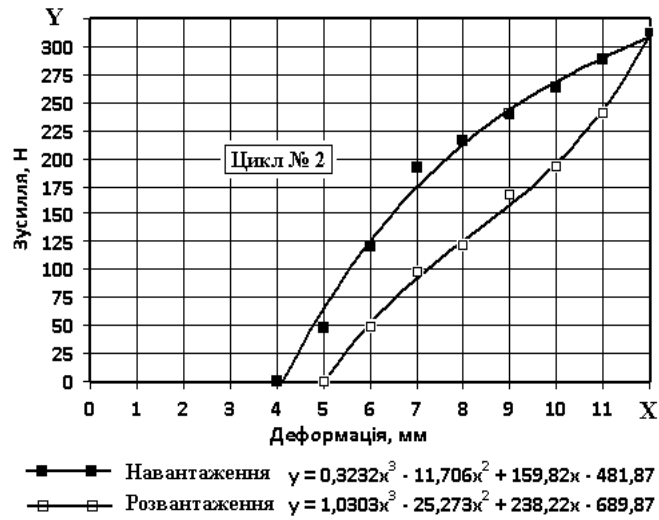


Рис. 5. Графік циклу № 2 навантаження – розвантаження фрагменту внутрішнього гумового шару пожежного рукава

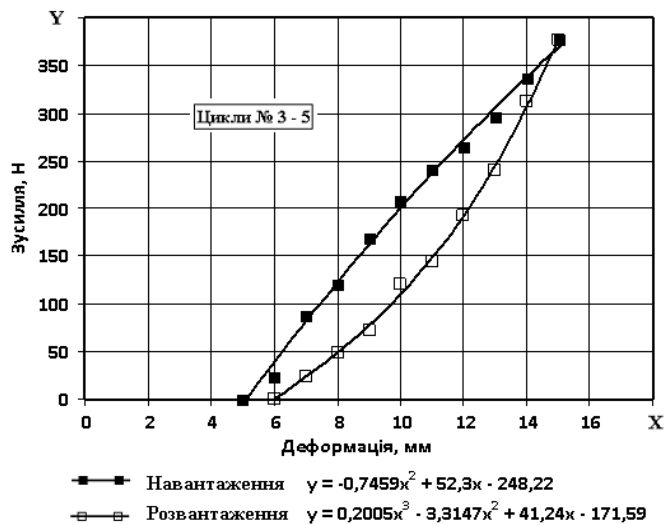


Рис. 6. Графік циклів № 3-5 навантаження – розвантаження фрагменту внутрішнього гумового шару пожежного рукава



При першому циклі випробувань (рис. 4) експериментальні результати апроксимовані залежностями:

$$- \text{при навантаженні } Y_H(X) = 0,1492X^3 - 3,2168X^2 + 46,4033X + 0,6713;$$

$$- \text{при розвантаженні } Y_P(X) = 2X^2 + 20,857X - 121,71.$$

Відповідно, енергія навантаження першого циклу становить

$$A_{H1} = \int_0^{10} (0,1492X^3 - 3,2168X^2 + 46,033X + 0,6713) dX = 1669,51 \text{ Нмм} \cong 1,67 \text{ Дж},$$

Енергія гістерезису становить

$$A_{Д1} = A_{H1} - A_{P1} = \int_0^{10} (0,1492X^3 - 3,2168X^2 + 46,033X + 0,6713) dX - \\ - \int_4^{10} (2X^2 + 20,857X - 121,71) dX = 899,77 \text{ Нмм} \cong 0,9 \text{ Дж},$$

звідки  $\beta_1 = A_{Д1} / A_{H1} = 0,9 / 1,67 = 0,54$ .

Аналогічно при другому циклі випробувань (рис. 5) експериментальні результати апроксимовані залежностями:

$$- \text{при навантаженні } Y_H(X) = 0,3232X^3 - 11,706X^2 + 159,82X - 481,87;$$

$$- \text{при розвантаженні } Y_P(X) = 1,0303X^3 - 25,273X^2 + 238,22X - 689,87.$$

Відповідно, енергія навантаження другого циклу становить

$$A_{H2} = \int_4^{12} (0,3232X^3 - 11,706X^2 + 159,82X - 481,87) dX = 1535,38 \text{ Нмм} \cong 1,535 \text{ Дж}.$$

Енергія гістерезису становить

$$A_{Д2} = A_{H2} - A_{P2} = \int_4^{12} (0,3232X^3 - 11,706X^2 + 159,82X - 481,87) dX - \\ - \int_5^{12} (1,0303X^3 - 25,273X^2 + 238,22X - 689,87) dX = 514,5 \text{ Нмм} \cong 0,515 \text{ Дж},$$

звідки  $\beta_2 = A_{Д2} / A_{H2} = 0,515 / 1,535 = 0,336$ .

При третьому – п'ятому циклах випробувань (рис. 6) усереднені експериментальні результати апроксимовані залежностями:

$$- \text{при навантаженні } Y_H(X) = -0,7459X^2 + 52,3X - 248,22;$$

$$- \text{при розвантаженні } Y_P(X) = 0,2005X^3 - 3,3147X^2 + 41,24X - 171,59.$$

Відповідна енергія навантаження на третьому – п'ятому циклах становить

$$A_{H(3-5)} = \int_5^{15} (-0,7459X^2 + 52,3X^2 - 248,22) dX = 1939,74 \text{ Нмм} \cong 1,94 \text{ Дж}.$$

## Енергія гістерезису становить

$$A_{D(3-5)} = A_{H(3-5)} - A_{P(3-5)} = \int_5^{15} (-0,7459X^2 + 52,3X^2 - 248,22) dX -$$

$$- \int_6^{15} (0,2005X^3 - 3,3147X^2 + 41,24X - 171,59) dX = 604,63 \text{ Нмм} \cong 0,605 \text{ Дж},$$

звідки  $\beta_{(3-5)} = A_{D(3-5)} / A_{H(3-5)} = 0,605 / 1,94 = 0,312$ .

**Висновки.** Для наступних теоретичних та експериментальних робіт з розрахунку залишкового ресурсу пожежних рукавів проведено визначення дисипативних властивостей пожежного рукава типу «Г» із внутрішнім діаметром 77 мм в умовах статичних циклів навантаження-розвантаження з урахуванням неоднорідності його структури, яка складається із зовнішнього тканинного армуючого каркасу та внутрішнього гідроізолюючого гумового шару.

Дослідження визначили суттєву залежність дисипативних властивостей складових елементів структури пожежного рукава від «історії» навантаження, що відповідає аналогічним дослідженням їх поздовжньої жорсткості [12]. При максимальній деформації фрагментів структурних елементів пожежного рукава в межах 4,03% ÷ 6,5% при першому та другому циклах випробувань дисипативні характеристики значно змінювались і лише потім (3-5 цикли) відбувалась їх стабілізація, що дозволило усереднити відповідні показники (табл. 3).

Табл. 3

Характеристика	Позначення, розмірність	Цикл № 1	Цикл № 2	Цикли № 3-5
Зовнішній тканинний армуючий каркас				
Максимальне навантаження	$F_{\max}$ , Н	3960	4800	5236
Максимальна деформація	$\Delta \ell^{\max}$ , мм	7	5	5
Максимальна відносна деформація	$\varepsilon^{\max}$ , %	5,7	4,03	4,03
Залишкова деформація	$\Delta \ell^{\text{зал}}$ , мм	2	1	1
Приведена жорсткість (згідно [11])	k, кН/м	66,89	132,79	
Коефіцієнт дисипації	$\beta$	0,341	0,593	0,517
Внутрішній гідроізолюючий гумовий шар				
Максимальне навантаження	$F_{\max}$ , Н	288	312	376
Максимальна деформація	$\Delta \ell^{\max}$ , мм	10	8	10
Максимальна відносна деформація	$\varepsilon^{\max}$ , %	6,5	5,2	6,5
Залишкова деформація	$\Delta \ell^{\text{зал}}$ , мм	4	1	1
Приведена жорсткість (згідно [11])	k, кН/м	4,27	5,77	
Коефіцієнт дисипації	$\beta$	0,54	0,336	0,312

Визначення дисипативних властивостей пожежного рукава типу «Г» діаметром 77 мм з урахуванням неоднорідності його внутрішньої структури

Коефіцієнт дисипації зовнішнього тканинного армуючого каркасу при першому та другому циклах випробувань спочатку збільшувався, а потім (3-5 цикли) стабілізувався на рівні 0,517.

Коефіцієнт дисипації внутрішнього гідроізолюючого гумового шару при першому та другому циклах випробувань спочатку зменшувався, а потім (3-5 цикли) стабілізувався на рівні 0,312.

Значна початкова зміна пружних (згідно [12]) та дисипативних властивостей фрагментів структурних складових пожежного рукава при наступних випробуваннях стабілізується, що разом із зменшенням залишкових деформацій, наближає поведінку матеріалу до пружного.

Зміна властивостей матеріалів структурних складових пожежного рукава типу «Т» із внутрішнім діаметром 77 мм при послідовних циклах деформацій навантаження–розвантаження є зворотною, проміжки між циклами деформування призводять до часткового відновлення механічних характеристик, наближаючи їх до початкових значень.

## 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. Нгуен Ван Тху 0. Совершенствование эксплуатации пожарных напорных рукавов в СРВ: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.26.01 “Техника безопасности и противопожарная техника” / Ван Тху 0 Нгуен. – Москва, 1986. – 30с.

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

4. Безбородько М.Д. Пожарная техника [Електронний ресурс]: Учебник/ Под. ред. М.Д. Безбородько. – 2-е изд. перераб. и дополн. – М. : ВНИИПО МВД СССР, 1989 . – 336 с. : ил. – 95 к. – Режим доступа до учеб.: [http://univer.nuczu.edu.ua/e-books/book\\_158/index.html](http://univer.nuczu.edu.ua/e-books/book_158/index.html)

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

6. Качалов А.А. Противопожарное водоснабжение / Качалов А.А., Воротынцев Ю.П., Власов А.В. – Стройиздат, 1985. – 286с.

7. Щербина Я.Я. Основы противопожарной техники / Я.Я. Щербина – Киев, Вища школа, 1977. – 234с.

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

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

10. Моторин Л.В. Математическая модель для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии / Моторин Л.В., Степанов О.С., Братолобова Е.В. // Изв. вузов. Технология

текст. пром–сти. 2010. – №8. – С. 103-109.

11. 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.

12. Ларін О.М. Визначення дисипативних властивостей напірного пожежного рукава типу «Т» діаметром 77 мм / О.М. Ларін, Г.О. Чернобай, С.Ю. Назаренко, Л.Л. Запольський // Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки. – Київ, 2015. – №2(32). – С. 18-25.

13. Ларін О.М. Дослідження поздовжньої жорсткості пожежного рукава типу «Т» діаметром 77 мм з урахуванням структурних елементів пожежного рукава / О.М. Ларін, Г.О. Чернобай, С.Ю. Назаренко, В.Б. Коханенко // Вісник НТУХП «Новітні рішення в сучасних технологіях». – Х., 2015. – № 39 (1148). – С. 41-46.

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

**Определение диссипативных свойств пожарных рукавов типа «Т» диаметром 77 мм с учетом неоднородности его внутренней структуры**

Рассматриваются методика и результаты определения диссипативных свойств пожарного рукава типа «Т» с внутренним диаметром 77 мм при продольных деформациях с учетом неоднородности его структуры.

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

A.N. Larin, G.A. Chernobay, S.Y. Nazarenko, V.A. Lipovoy

**Determination of dissipative properties of fire hoses type "T" with a diameter of 77 mm, taking into account its internal structure neotnorodnosti**

We consider the methodology and results of determination dissipative properties of fire hose type "T" with an inner diameter of 77 mm in the longitudinal deformation considering the heterogeneity of its structure.

**Keywords:** Sleeve, pressure fire hose, working pressure, test, hardness, hysteresis, dissipative properties.