



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



Національний
університет
Дніпровська
політехніка
1899



ПІВДЕННЕ
конструкторське бюро



I МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ У КОНСТРУКЦІЯХ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

**MODERN PROBLEMS OF MECHANICS IN
SPECIAL PURPOSE STRUCTURES**

(міжнародна науково-технічна конференція)

26-28 березня 2025

**ЗБІРНИК
МАТЕРІАЛІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**



м. Дніпро
2025

Збірник наукових праць I міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні проблеми механіки у конструкціях спеціального призначення», 26-28 березня 2025 р., Дніпро: – НТУ «Дніпровська політехніка», 2025. – 451 с.

Збірник містить науково-методичні праці як відомих так і молодих вчених, академіків, член-кореспондентів, професори, кандидати наук, доценти наукові співробітники, аспіранти.

Всю повноту відповідальності за зміст наданих матеріалів і сам факт їх публікації несуть автори. Редакція збірника праць може не поділяти думку авторів і не несе відповідальності за недостовірність інформації, що публікується. Редакція не несе ніякої відповідальності перед авторами і/або третіми особами і організаціями за можливі збитки, викликаний публікацією матеріалів.

Modern problems of mechanics in special purpose structures. Conference Proceedings.
(2025) Ukraine, Dnipro: DUT, 451 p.

The collection contains scientific and methodological works of both famous and young scientists, academicians, corresponding members, professors, candidates of sciences, associate professors, research fellows, postgraduate students.

Authors are notified, that it is the responsibility of the authors, not the publisher, to determine whether disclosure of their material requires the prior consent of other parties and, if so, to obtain it. Authors are also advised that it shall be acknowledged that statements and opinions given in work published by this collection are the expression of the authors. Responsibility for the content of published papers rests upon the authors, not the publisher.



Лисиця М.І.¹, Агальцов Г.М.², Новікова А.В.³, Лисиця Н.М.⁴, Калганков Є.В.⁵

¹ Зав. відділом, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, відділ механіки еластомерних конструкцій гірничих машин, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), м. Дніпро, Україна, vita.igtm@gmail.com

² Молодший науковий співробітник, інженер, відділ механіки еластомерних конструкцій гірничих машин, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), м. Дніпро, Україна, ag.gena@gmail.com

³ Молодший науковий співробітник, магістр, відділ механіки еластомерних конструкцій гірничих машин, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), м. Дніпро, Україна, alina.goncharenko@gmail.com

⁴ Асистент, інженер, кафедра комп'ютерних технологій, факультет прикладної математики, Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, м. Дніпро, Україна, lisitsa_natalya1971@ukr.net

⁵ Старший викладач, магістр, кафедра «Надійність та ремонт машин», Дніпровський державний аграрно-економічний університет (ДДАЕУ), м. Дніпро, Україна, kalhankov.ye.v@dsau.dp.ua

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЖОРСТКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОШАРОВИХ СЕЙСМОЗАХИСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Анотація. Наведені результати експериментальних досліджень по визначенню жорсткісних характеристик багатошарових гумометалевих сейсμοзахисних елементів в залежності від товщини гумового шару. Випробуванням піддавалися циліндричні гумометалеві елементи діаметром 200 мм та товщиною гумового шару 5 мм, 10 мм та 20 мм. Визначено, що залежність сила-осідання для всіх типів віброізоляторів носить явно нелінійний характер.

Ключові слова: гумометалевий елемент, багатошаровий елемент, жорсткість на стиск.

Вступ. Системи віброейсмозахисту призначені для зниження реакції будівельних об'єктів їх захисту від землетрусів, динамічних впливів підземного, автомобільного,



залізничного транспорту та ударних хвиль від вибухів. На теперішній час у світі широко використовуються захисні елементи на основі гумових і гумометалевих конструкцій [1]. Розрахунки жорсткісних параметрів таких конструкцій виконуються з урахуванням зміни об'єму гумового шару [2, 3]. Отримані залежності потребують експериментальної перевірки.

Мета роботи – експериментальне визначення жорсткісних характеристик гумометалевих віброізоляторів в залежності від співвідношення діаметра до товщини гумового шару.

Випробуванням піддавалися циліндричні гумометалеві віброізолятори, у яких гумовий масив є циліндром діаметром D та висотою h_p , до торців якого по всій поверхні привулканізовані металеві циліндричні пластини. Усього було випробувано три типорозміри віброізоляторів (рис. 1). Усі віброізолятори мали діаметр $D = 200$ мм і відрізнялися лише товщиною гумового шару $h_p = 5$ мм, 10 мм, 20 мм. Перед випробуваннями віброізолятори збиралися в стопки. Кількість віброізоляторів при $h_p = 5$ мм складала 10 шт.; при $h_p = 10$ мм – 10 шт.; при $h_p = 20$ мм – 5 шт.



Рисунок 1 – Віброізолятори, що піддавалися лабораторним випробуванням

Всі гумометалеві елементи виготовлялися із середньонаповненої гуми типу 2959. Дослідження проводилися на механічному пресі та гідравлічному типу ПР-250. Перед випробуваннями всі стопки піддавалися тренуванню – триразовому деформуванню з подальшим розвантаженням. Витримка перед зняттям показань сили та осідання була 5 хв на механічному пресі та 3 хв на гідравлічному. Величина навантаження визначалась за допомогою зразкового динамометру, осідання (переміщення) – індикатором годинникового типу. Результати випробувань та розрахунки жорсткісних параметрів зведені у табл. 1, де C_c – жорсткість на стиск стопки елементів, C_1 – жорсткість одного елементу.



Таблиця 1 – Результати випробувань віброізоляторів

	Товщиною гуми $H_g = 20$ мм, $n = 5$ шт., повна висота шару гуми $H = 100$ мм										
P , кН	0,0	14,0	29,9	57,2	110,0	165,0					
Δ , мм	0,00	1,23	2,75	4,94	9,30	12,30					
C_c , МН/м		11,382	10,873	11,579	11,828	13,415					
C_1 , МН/м		56,91	54,365	57,895	59,14	67,075					
	Товщина гуми $H_g = 10$ мм, $n = 10$ шт., повна висота шару гуми $H = 100$ мм										
P , кН	0,0	32,0	59,6	110,0	174,0	225,0	280,0	417,0	564,0	701,5	
Δ , мм	0,00	0,63	1,26	2,70	3,87	5,13	6,12	8,10	9,63	10,80	
C_c , МН/м		50,794	47,302	40,741	44,961	43,860	45,752	51,481	58,567	64,954	
C_1 , МН/м		507,937	473,016	407,407	449,612	438,596	457,516	514,815	585,670	649,537	
	Товщина гуми $H_g = 5$ мм, $n = 10$ шт., повна висота шару гуми $H = 50$ мм										
P , кН	0,0	42,5	111,0	250,0	398,0	536,0	675,0	805,0	925,0	1082,0	1387,5
Δ , мм	0,00	0,27	0,47	0,76	1,04	1,40	1,67	1,84	2,12	2,30	2,50
C_c , МН/м		157,4	236,2	328,9	382,7	382,9	404,2	437,5	436,3	470,4	555,0
C_1 , МН/м		1574,1	2361,7	3289,5	3826,9	3828,6	4041,9	4375,0	4363,2	4704,3	5550,0

На рис. 2 наведено отримані залежності «сила стиску – осідання», а на рис. 3 залежність жорсткості віброізоляторів від співвідношення радіусу до товщини гумового шару для всіх типів віброізоляторів.

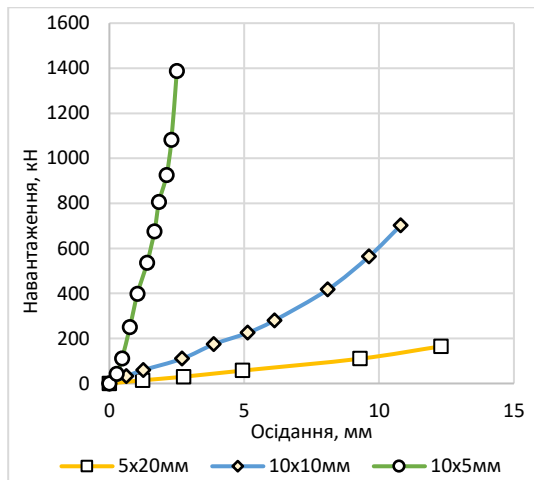


Рисунок 2 – Експериментальні залежності «сила стиску – осідання»

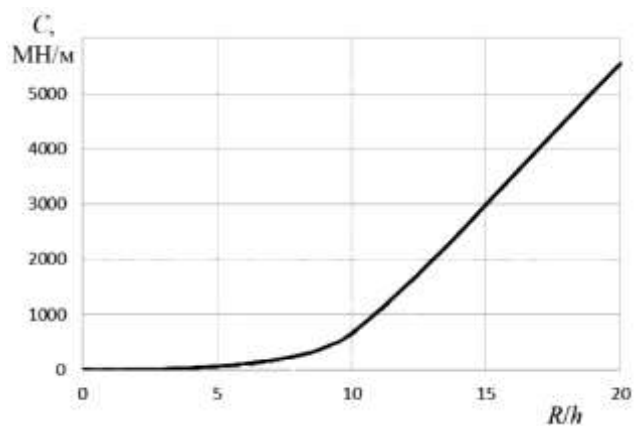


Рисунок 3 – Залежності вертикальної жорсткості від співвідношення розмірів гумового шару віброізолятора

Висновки. Визначено, що залежність «сила-осідання» для всіх типів віброізоляторів носить явно нелінійний характер та ступінь нелінійності збільшується із зменшенням товщини гумового шару. Жорсткість на стиск суттєво залежить від співвідношення розмірів гумового шару віброізолятора і при співвідношенні $R/h > 10$ різко збільшується.



Результати досліджень можуть бути використані при проектуванні систем вібросейсмосахисту будівель та споруд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Erikawa, T. (2018). Design procedure and examples of seismic isolation buildings in Japan. In *“International Seminar on Technologies of Earthquake-Resistant Construction”*, Almaty, Kazakhstan, September 17-19, 2018. P. 56-61.
2. Bulat, A.F., Dyrda, V.I., Lysytsya, M.I. and Grebenyuk S.M. (2018). Numerical simulation of the stress-strain state of thin-layer rubber-metal vibration absorber elements under nonlinear deformation, *Strength of Materials*, 50 (3), pp 387-395. <https://doi.org/10.1007/s11223-018-9982-9>
3. Bulat, A.F., Kobets, A.S., Dyrda, V.I., Lapin, V.A., Grebenyuk, S.M., Lysytsia, M.I., Marienkov, M.H., Ahaltsov, H.M., Kalhankov, Ye.V. (2021) Vibroseismic protection of buildings and structures against natural and technogeneous dynamic impacts. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*. Vol. 1, no. 445, 58-65. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.9>

