

Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ
ім. М.С. Полякова НАН УКРАЇНИ



Т Е З И

XXII

**Міжнародної науково-технічної конференції
«ПОТУРАЇВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

Конференція присвячена

**103-й РІЧНИЦІ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ
АКАДЕМІКА НАН УКРАЇНИ В.М. ПОТУРАЄВА**

**ПАМ'ЯТІ ЙОГО УЧНІВ
ПРОФЕСОРА ФРАНЧУКА ВСЕВОЛОДА ПЕТРОВИЧА
ДОЦЕНТА ПЛОХОТНЮКА ЄВГЕНА ІВАНОВИЧА**

**14 лютого
Дніпро 2025**

УДК 622.232
ББК 34.42
П64

Електронний збірник містить тези доповідей, поданих на XXII щорічну науково-технічну конференцію «ПОТУРАЇВСЬКІ ЧИТАННЯ». Основна частина матеріалів відображує наукові напрями досліджень викладачів, аспірантів і студентів кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка», а також співробітників Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України.

До тез увійшла робота школяра Іваненко І.В. (ліцей № 26, м. Нікополь) і ряд робіт студентів кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні, що виконані за матеріалами їх кваліфікаційних робіт.

Технічна обробка і комп'ютерний набір О.В. Анциферова

© Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка», 2025

ПЕРСПЕКТИВИ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕРОБЛЕНИХ ГУМОВО-КОРДНИХ МАТЕРІАЛІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

Провідний науковий співробітник Кірія Р.В., старший науковий
співробітник Смірнов А.М., провідний інженер Мостовий Б.І.,
старший науковий співробітник Лисиця М.І.

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України
старший викладач Калганков Є.В.
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Сучасне машинобудування потребує інноваційних рішень у галузі матеріалів, що забезпечують довговічність, зносостійкість та економічну ефективність. Одним із перспективних напрямів є повторне використання перероблених гумово-кордних матеріалів (ГКМ), одержуваних зі зношених шин, конвеєрних стрічок та інших технічних гумових виробів, які мають кордову основу. Повторне використання гумово-кордних матеріалів розв'язує відразу кілька проблем:

1. Зниження обсягів відходів - утилізація зношених шин залишається глобальною екологічною проблемою, і їхнє перероблення дає змогу мінімізувати шкоду довкіллю.

2. Зниження собівартості матеріалів - переробка ГКМ обходиться дешевше, ніж виробництво нових гумових композитів, що робить їх більш економічно вигідними.

3. Енергозбереження - виробництво нових гумових деталей вимагає значних витрат енергії, тоді як переробка використаних матеріалів дає змогу знизити енергоспоживання на 30-50%.

Метою роботи є порівняльна оцінка футерувальної гуми, яка використовується для футерування барабанів, конвеєрних роликів та інших поверхонь які потребують захисту з матеріалом отриманим шляхом вулканізації перероблених гумово-кордних сумішей.

Для виготовлення зразків використовували перероблені конвеєрні стрічки та автомобільні шини, що містять гумово-кордну основу та стандартну гумову суміш для виготовлення футерівок. Зразки піддавалися механічним випробуванням на твердість, стираємість, а також визначались реологічні характеристики. Вимірювання проводили згідно зі стандартними методиками випробувань для еластомерних матеріалів.

Фізико-механічні властивості футерувальної гуми всебічно досліджені і відомі [1], стосовно гумово-кордних деталей інформації майже не має.

Фізико-механічні властивості гумово-кордних матеріалів.

Гумово-кордні матеріали мають низку властивостей, що визначають їхню придатність для повторного використання в машинобудуванні. Згідно з проведеними дослідженнями, перероблені ГКМ демонструють:

- Високий модуль пружності ($\approx 24,5$ МПа), що робить їх стійкими до механічних навантажень.

- Низьку залишкову деформацію ($\approx 3,6\%$), що вказує на здатність зберігати форму після стиснення.

- Хорошу зносостійкість (стираємість $22 \text{ м}^3/\text{ТДж}$), що значно перевищує аналогічний показник у традиційних футерувальних гум.

- Середню твердість ($\sim 72\text{-}82$ за Шору А), що робить їх універсальними для різних технічних застосувань.

Важливим показником еластомерних матеріалів є їх релаксаційні характеристики тобто процес поступового зменшення внутрішнього напруження в матеріалі під дією тривалого навантаження.

Дослідження релаксаційних характеристик проводили згідно міжнародних та державних стандартів: ISO 3384 «Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of stress relaxation in compression - Part 1: Testing at constant temperature», ДСТУ ISO 815-1:2019 (ISO 815-1:2014, IDT) «Гума вулканізована чи термопластична».

В якості експериментальної установки використовували модернізований кільцевий динамометр ДМ-22М з номінальною силою стиску 20 кН .

Провівши комплекс експериментів, отримано експериментальні графіки залежностей зміни сил стиску зразків від часу їхньої витримки при сталій відносній деформації 35% і наведені на рис.1.

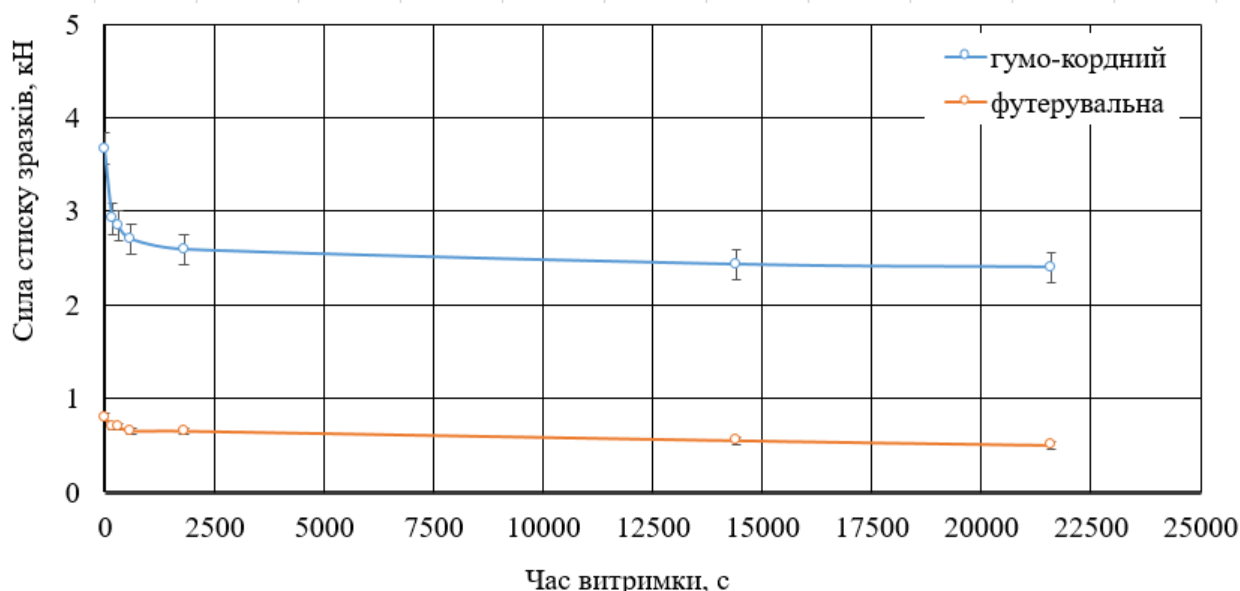


Рис. 1

Для кращого сприйняття отриманих даних експериментів побудовані гістограми реологічних показників дослідних зразків. Вони представлені на рис. 2. Де 1-гумо-кордні зразки; 2- футерувальна гума, k – параметр швидкості релаксації напруження; Δ – параметр величини падіння напруження до рівноважного значення, %; δ – параметр залишкової деформації після стискання, %.

Для оцінки доцільності використання перероблених ГKM у машинобудуванні проведено порівняння їхніх властивостей із традиційними футерувальними гумами. Основні висновки:

- ГKM менш схильні до стирання, що збільшує термін служби деталей.

- Мають меншу швидкість релаксації напружень і меншу залишкову деформацію, що критично для динамічно навантажених вузлів.

- Порівняно з футерувальними матеріалами (модуль пружності 5,8 МПа), ГKM значно міцніші та стійкіші до навантажень.

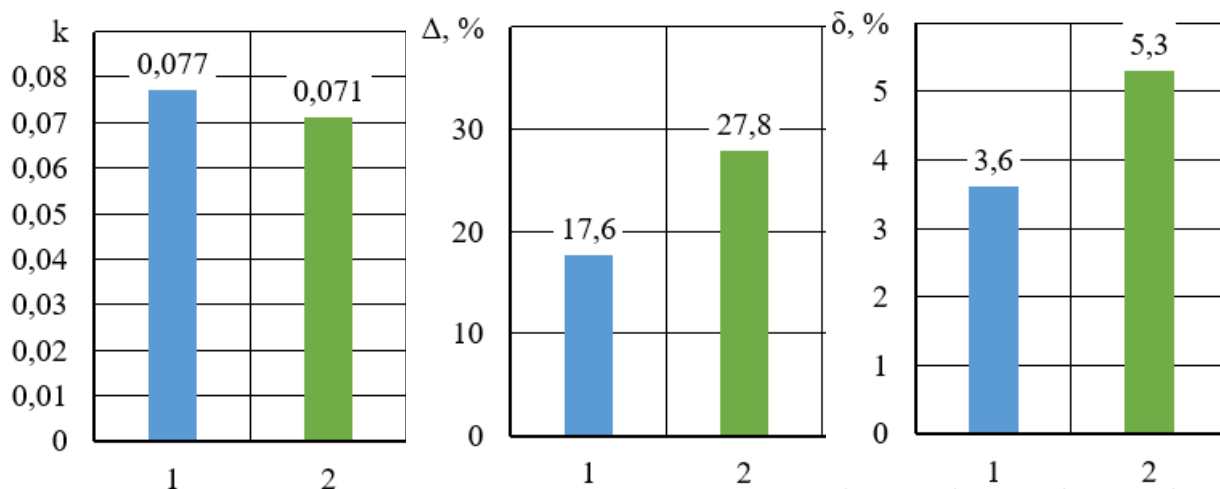


Рис. 2

Перероблені ГKM можуть використовуватися в різних вузлах і агрегатах машинобудування, зокрема:

- Сейсмовіброакустичні деталі (опори, демпфери, прокладки) [2].
- Покриття барабанів та роликів стрічкових конвеєрів, де потрібна висока зносостійкість [3].
- Амортизатори та ущільнювачі в гідравлічних системах.
- Протектори і накладки для захисту від механічного зносу.
- Футерування обладнання, що працює в умовах ударних і стираючих навантажень.

Перспективи повторного використання перероблених гумово-кордних матеріалів у машинобудуванні зумовлені їхньою високою механічною міцністю, зносостійкістю та стійкістю до навантажень. Такі матеріали можуть замінити традиційні гуми в низці конструктивних елементів, забезпечуючи довговічність і економічність рішень. Крім того, повторне використання ГKM дає змогу знизити навантаження на навколишнє середовище і вирішити проблему утилізації відходів. У майбутньому подальші дослідження можуть бути спрямовані на модифікацію ГKM для розширення їхніх експлуатаційних характеристик і сфер застосування, а також потрібно провести динамічні випробування та випробування на дисипативний розігрів деталей з ГKM та їх довговічність.

Література

1. Дирда, В., Агальцов, Г., Новікова, А., Калганков, Є., Цаніді, І., & Дорохов, М. (2015). Експериментальні дослідження реології гум. *Геотехнічна механіка*, (121), 207–214.
2. Кірія, Р., Калганков, Є., Смірнов, А., & Мостовий, Б. (2024). *Ролик стрічкового конвеєра* (Патент України № 157596). ДО "Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій".
3. Булат, А., Дирда, В., Лапін, В., Немченко, В., Пугач, А., Калганков, Є., Маренков, М., Лисиця, М., & Агальцов, Г. (2022). *Вібросейсмоакустична опора* (Патент України № 150436). ДО "Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій".