

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

РИЗИК-АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ З ЕЛАСТОМЕРНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ З ПОЗИЦІЇ МЕХАНІКИ РУЙНУВАННЯ

Лисиця М.І., Новікова А.В., Агальцов Г.М., Калганков Є.В.

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України

Лисиця Н.М.

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара

Досвід експлуатації складних технічних систем супроводжується випадками виникнення аварій з матеріальними втратами і можливими людськими жертвами. Об'єктивна неможливість повного виключення аварій призводить до постановки багатоаспектної проблеми техногенної безпеки [1-2]. Важливим елементом цієї проблеми є конструкційна безпека [3-5]. Конструкції є специфічним елементом захисту персоналу та навколишнього середовища від поразючих факторів, які містяться в технічних системах.

Попередження аварій з конструкційних причин вимагає цілеспрямованої роботи з вивчення обставин їх виникнення, виділення визначальних параметрів, оцінки граничних значень параметрів та діапазонів їх безпечних змін. До вирішення проблеми конструкційної безпеки в імовірнісному аспекті можуть бути застосовані чотири групи підходів: з позиції міцності, з позиції ресурсу, з позиції надійності, з позиції людського фактора при проектуванні, виготовленні захисних елементів та в процесі їх експлуатації.

Розробка базових положень ризик-аналізу захисних еластомерних конструкцій вимагає на основі механіки руйнування розробки критеріїв допустимого ризику, методу оцінки показників надійності [6]. Особливу роль при оцінці конструкційної безпеки захисних елементів з пружно-спадковими властивостями відіграє врахування технологічних дефектів при виготовленні, експлуатаційних пошкоджень у вигляді тріщин і зміна їх напружено-деформованого стану в процесі експлуатації під впливом різних факторів.

Однією з основних причин, що призводять до швидкого виходу з ладу гумових деталей, є їх руйнування внаслідок високої концентрації напружень, що виникають в окремих місцях. Причини появи таких концентрацій: технологічні та конструктивні. До технологічних відносяться такі концентратори, як різні тверді включення в суміші, що утворилися при вулканізації виробу, порожнечі, тріщини тощо. Їх можна усунути тільки за рахунок покращення технології виготовлення деталей. Конструктивні концентратори напружень виникають внаслідок неправильного проектування деталі та вузла навантаження в цілому.

Відомо, що гуми відносяться до в'язкопружних матеріалів і характеризуються великими оборотними деформаціями і суттєвою дисипацією. Захисні елементи на основі гум є тими елементами машин, в яких частина механічної енергії зовнішнього впливу перетворюється на теплову енергію і енергію, що йде на зміну структури самого елемента, тобто на його руйнування. У цьому випадку гумовий елемент як дисипативна ланка знижує якість енергії, перетворюючи механічну енергію в теплову. Сам процес дисипації енергії є необхідною умовою для виконання елементом захисних властивостей. При

цьому в гумовому елементі відбуваються незворотні зміни структури, пов'язані з її руйнуванням.

Слід наголосити на дуже важливому для механіки руйнування гуми факті: дисипація гуми зменшується аж до початку фази глобального руйнування, потім різко зростає. Саме в заключній фазі руйнування (особливо масивних елементів) і виявляється повною мірою той взаємозв'язок руйнування та дисипації, який спостерігається в локальних мікрооб'ємах матеріалу на протязі всього руйнування і який експериментально на сьогоднішній день може бути вивчений лише феноменологічно. Тобто про руйнування гуми слід судити не тільки за відмовою зразка (поділу його на частини або за іншими критеріями), але і за зміною фізико-механічних характеристик G та ψ , що характеризують еволюцію структури матеріалу.

Найбільш часто на практиці зустрічаються наступні види руйнування гумових (гумометалевих) елементів конструкцій.

Пружна деформація, спричинена дією зовнішніх навантажень та (або) температур – коли пружна (оборотна) деформація елемента стає настільки великою, що елемент втрачає здатність виконувати призначену йому функцію.

Термомеханічне руйнування відбувається переважно у масивних елементах при дисипативному розігріві.

Втомне руйнування характеризується зародженням втомних тріщин, їх розвитком і відмовою гумового елемента конструкції внаслідок досягнення ними критичних величин при вельми помірних температурах, а також старінням і втомою.

При руйнуванні випучуванням або пружній нестійкості процес руйнування супроводжується втратою стійкості елемента.

Теплове руйнування, або тепловий удар, відбувається у тому випадку, коли температура зовнішнього середовища призводить до різкої зміни властивостей матеріалу і навіть до його деструктування.

Руйнування внаслідок впливу зовнішнього активного (агресивного) середовища.

Література

1. Абракітов В.Е. Надійність технічних систем та техногенний ризик / В.Е. Абракітов. – Харків: ХНУМГ, 2014. – 67 с.
2. Березуцький В.В. Небезпечні виробничі ризики та надійність / В.В. Березуцький, М.І. Адаменко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – 386 с.
3. Vychuzhanin A.V. Intelligent system for assessing and forecasting the risk / A.V. Vychuzhanin // Informatics and Mathematical Methods in Simulation. – 2022. – Vol. 12, No. 3. – Pp. 154-161.
4. Скрипник О.С. Безпека експлуатації будівель і споруд / О.С. Скрипник, М.Ю. Іващенко. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2021. – 106 с.
5. Васильченко О.В. Будівельні конструкції та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій / О.В. Васильченко, Ю.В. Квітковський, О.В. Миргород, О.А. Стельмах. – Харків: ХНАДУ, 2015. – 488 с.
6. Булат А.Ф. Прикладная механика упругонаследственных сред: в 3-х томах / А.Ф. Булат, В.И. Дырда, Е.Л. Звягильский, А.С. Кобец. – Т. 2. Методы расчета эластомерных деталей. – К.: Наук. думка, 2012. – 616 с.