



УДК 550.372 : 691.231

POLYMER COMPOSITE MATERIAL BASED ON PEARLITE
ПОЛІМЕРНИЙ КОМПОЗИТНИЙ МАТЕРІАЛ НА ОСНОВІ ПЕРЛІТУ**Melnyk L.I./Мельник Л.І.***PhD, Associate Professor*

ORCID: 0000-0001-5139-3105

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
37 Peremogy ave., Kyiv, Ukraine, 03056**Національний технічний університет України "КПІ імені Ігоря Сікорського"
пр-т Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056*

Анотація. У цій роботі досліджено процес створення полімерних композитних матеріалів з підвищеним вмістом наповнювача на основі перліту та латексу марки Policril 590. Встановлено, що застосування відсівів видобутку перліту як наповнювача і варіювання його концентрації в межах 65-90 мас. % впливає на процес структуроутворення композитів. Було досліджено особливості формування порової структури цих композитів, зокрема збільшення загальної пористості в 5,9 рази при зміні співвідношення концентрацій наповнювача та зв'язуючого. Виявлено залежність фізико-механічних властивостей композитів від концентрації відсівів перліту, що показує можливість підвищення міцності, деформаційної та абразивної стійкості матеріалів. Серед важливих експлуатаційних характеристик варто відзначити значне зменшення стираності ($\leq 0,03$ г/см²), що визначає підвищену абразивну стійкість, та зменшення залишкової деформації при стиску, що вказує на покращену деформаційну стійкість.

Ключові слова: композит полімерний, наповнювач, перліт, латекс, властивості, структура.

Вступ

Полімерні композитні матеріали (ПКМ) знайшли широке застосування в різних галузях промисловості завдяки своїм унікальним властивостям, таким як висока міцність, зносостійкість та здатність до деформацій. Особливий інтерес викликають композити з природними наповнювачами, такими як перліт і не просто перліт, а відсів перліту, як побічний продукт виробництва перліту, що традиційно вважалися відходами. Проте, завдяки своїм унікальним властивостям, таким як низька щільність, висока пористість та хімічна стійкість, вони знаходять все більше застосування в різних галузях. Одним з перспективних напрямків є використання відсівів перліту як наповнювача при створенні полімерних композитів.

Основна частина

В наших попередніх роботах були розглянуті характеристики відсівів перліту [1], зв'язуючого [2] та технологія виготовлення ПКМ з їх використанням [3]. Тут хотілось би зупинитись на властивостях ПКМ на основі акрилового латексу Policril 590 як матриці та відсівів перліту як дисперсного наповнювача (табл. 1). При цьому кількість наповнювача з розміром частинок до 1 мм варіювалася від 65 до 90 мас.%, тоді як концентрація полімеру – зв'язуючого становила від 35 до 10 мас.%

Поєднання перліту зі зв'язуючим суттєво змінює характер поведінки системи при нагріванні. За даними диференційного термічного аналізу (рис. 1)



фіксуються ендотермічні ефекти з максимумами при температурі 110, 220, 395 і 520 °С, що корелюються з кривою втрати маси (ТГ) та може бути пов'язано з видаленням води та структурними перетвореннями органічних компонентів матриці. Загальна втрата маси системи складає 15,6 мас. %.

Таблиця 1 – Склад композиційного матеріалу

Концентрація наповнювача, мас. %	65	75	85	90
Код зразка	PP1	PP2	PP3	PP4

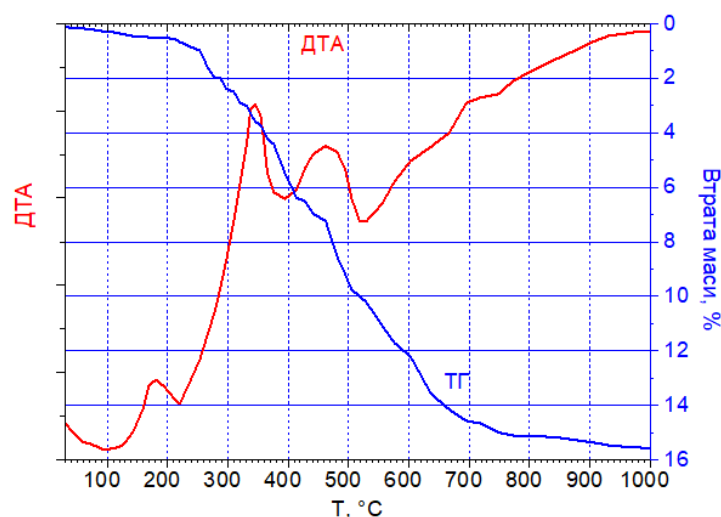


Рисунок 1 – ДТА-ТГ аналіз системи перліт - Policril 590

Авторська розробка

Випробування показали, що фізико-механічні властивості композиту значно залежать від вмісту перліту як наповнювача: зі збільшенням його концентрації підвищуються водопоглинання та середня густина матеріалу.

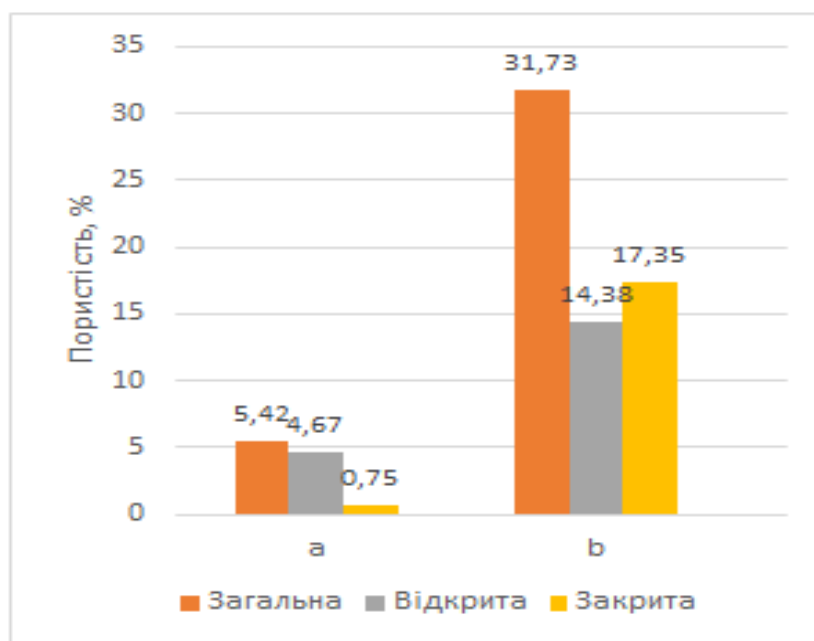


Рисунок 2 – Пористість ПКМ при вмісті перліту 65,0 (а) і 90,0 мас. % (б)

Авторська розробка



Однак ступінь зміни цих характеристик при різних концентраціях наповнювача різняться: водопоглинання збільшується в 3,2 рази, а середня густина – в 1,2 рази, що є свідченням різниці у поровій структурі композитів.

Аналіз структури зразків (рис. 2) показав, що зі збільшенням концентрації наповнювача загальна пористість збільшується в 5,9 рази. Водночас, питома частка закритих пор зростає з 13,8% до 54,5 % майже в 4 рази, що відповідає зміні середньої густини.

Проведені тестування дозволили виявити показники фізико-механічних властивостей отриманих композитів, пов'язані з наведеними особливостями їх структури (табл. 2).

Таблиця 2 – Властивості композиційного матеріалу

Код зразків	Водопоглинання, w, мас. %	Середня густина, г/см ³	Залишкова деформація при стиску, %	Стираність, г/см ²
PP1	2,63	1,36	0,15	0,026
PP2	6,45	1,40	0,12	0,019
PP3	7,08	1,57	0,11	0,026
PP4	8,41	1,61	0,08	0,034

Авторська розробка

Що стосується механічних властивостей, то вони суттєво залежать як від концентрації наповнювача так і густини композиту (рис. 3).

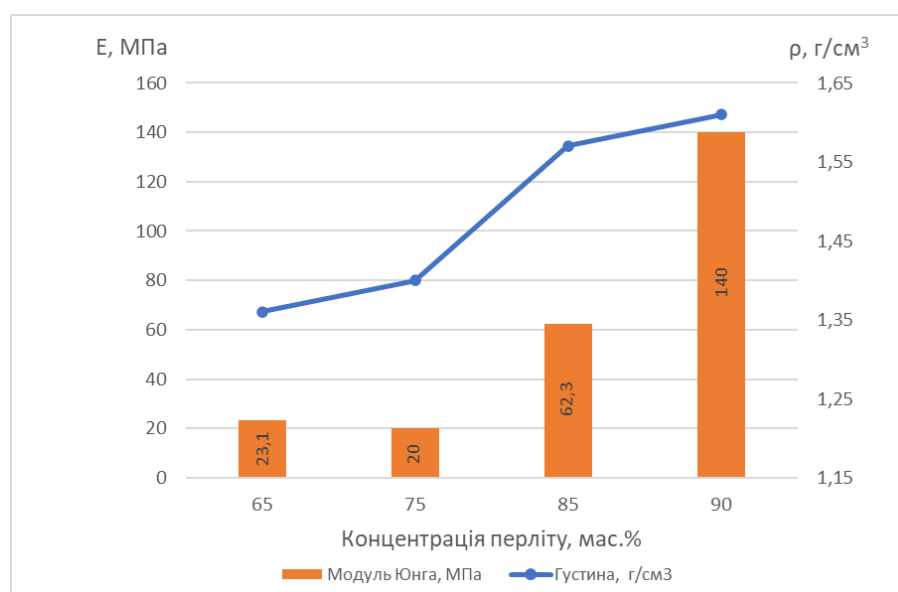


Рисунок 3 – Залежність густини та модуля Юнга від концентрації наповнювача

Авторська розробка

Підвищена стійкість до стирання розроблених композитів (показник стираності не перевищують 0,03 г/см²) вказує на високу абразивну стійкість матеріалу. Зменшення значення залишкової деформації при збільшенні концентрації наповнювача і підвищенні стиску свідчить про стійкість композиційного матеріалу.



Висновки

1. Виявлено особливості структуроутворення ПКМ на основі акрилового полімеру марки Policril 590 як матриці та використанні як наповнювача відсівів перліту при зміні його концентрації в межах 65-90 мас. %.

2. Розглянуто процес формування структури композитів та залежність фізико-механічних властивостей від концентрації наповнювача. Завдяки варіюванню концентрації наповнювача показана можливість регулювання їх міцнісних властивостей.

3. Отримані композити мають перспективу для застосування в технічних засобах та будівництві за рахунок їх високих експлуатаційних показників.

Література:

1. Мельник Л.І, Черняк Л.П. Аналіз вулканічних порід як наповнювачів для полімерних композитів. Modern engineering and innovative technologies. 2022. № 22(1). С. 42-45. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-22-01-008>.

2. Мельник Л., Белоусов О., Свідерський В., Черняк Л. Питання зменшення енергоємності виготовлення пористих композиційних матеріалів. Будівельні матеріали та вироби. 2019. № 1-2. Т. 102. С. 48-50. <https://doi.org/10.48076/2413-9890.2021-102-09>.

3. Мельник Л. І., Шнирук О. М., Ошега А. С. Композити на основі вулканічних наповнювачів з різновидами полімерної матриці. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2024. № 1(88). С. 77-83. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.1.10>

Abstract. In this work, the process of creating polymer composite materials with an increased content of filler based on perlite and Policril 590 latex was investigated. It was established that the use of screenings of perlite mining as a filler and varying its concentration within 65-90 wt. % affects the process of structure formation of composites. Peculiarities of the formation of the pore structure of these composites were investigated, in particular, an increase in total porosity by 5.9 times when the ratio of filler and binder concentrations was changed. The dependence of the physical and mechanical properties of the composites on the concentration of perlite screenings was revealed, which shows the possibility of increasing the strength, deformation and abrasion resistance of the materials. Among the important operational characteristics, it is worth noting a significant reduction in abrasion ($\leq 0.03 \text{ g/cm}^2$), which determines increased abrasion resistance, and a reduction in residual deformation during compression, which indicates improved deformation resistance.

Key words: polymer composite, filler, perlite, latex, properties, structure.

Статтю відправлено: 19.08.2024 р.

© Мельник Л.І.