



УДК 550.372 : 691.231

ANALYSIS OF VOLCANIC ROCKS AS FILLERS FOR POLYMER COMPOSITES

АНАЛІЗ ВУЛКАНІЧНИХ ПОРІД ЯК НАПОВНЮВАЧІВ ДЛЯ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ

Melnyk L.I./Мельник Л.І.*PhD, Associate Professor*

ORCID: 0000-0001-5139-3105

Chernyak L.P./Черняк Л. П.*Dr. Professor/д.т.н., професор*

ORCID: 0000-0001-8479-0545

*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. Наведено результати дослідження двох різновидів вулканічних порід родовищ Закарпаття – берегівського перліту та сокирницького цеоліту як потенційної сировини для виготовлення полімерних композитів. Показано особливості хімічного, фазового складу, властивості поверхні та ліофільності досліджених матеріалів як факторів ефективності їх застосування як наповнювачів. При цьому зроблено висновок про відносні переваги природного цеоліту за розвитком питомої поверхні та ступенем ліофільності.

Ключові слова: композит полімерний, наповнювач, перліт, цеоліт, склад, поверхня, властивості.

Вступ

Технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів базується на комплексному використанні мінеральної сировини як наповнювачів та сополімерів як зв'язуючих [1]. Вибір та кількісне співвідношення цих компонентів при однаковому способі виробництва визначають характеристики структури та властивостей композитів [2-5]. Одним із перспективних джерел природної сировини як наповнювачів є породи вулканічного походження [6], серед яких суттєве місце за розповсюдженням і запасам родовищ в світі та Україні займають перліт і цеоліт [7-10].

Ефективність практичного застосування цих порід як наповнювачів полімерних композитів потребує дослідження та врахування особливостей їх складу, структури та властивостей поверхні як факторів фізико-хімічної взаємодії з сополімерами, в напрямку чого виконана подана робота.

Основна частина

Застосування сучасних інструментальних методів фізико-хімічного аналізу дозволило виявити певні особливості складу, структури та властивостей поверхні досліджуваних вулканічних порід.

Відмінності хімічного складу найбільш проявляються щодо вмісту лужноземельних і лужних оксидів. При їх однаковому загальному вмісті 8,6 мас.% перліт відзначається переважною кількістю лужних оксидів $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ – 8,09 проти 4,21 мас.%, а цеоліт - переважною кількістю лужноземельних оксидів $\text{CaO}+\text{MgO}$ – 4,34 проти 1,51 мас.%



Таблиця 1 - Хімічний склад сировини

Назва проби	Вміст оксидів, мас. %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	в.п.п
перліт	72,08	12,92	1,50	0,90	0,88	0,63	3,76	4,33	3,0
цеоліт	68,02	13,04	1,92	0,30	2,71	1,63	1,57	2,64	16,94

Рентгенофазовий аналіз порошкових препаратів досліджуваної сировини, проведений з застосуванням дифрактометру ДРОН – 3М, дозволив виявити особливості мінералогічного складу проб.

Результати рентгенофазового аналізу дозволили виявити особливості мінералогічного складу та структури досліджуваних природних матеріалів (рис. 1, 2).

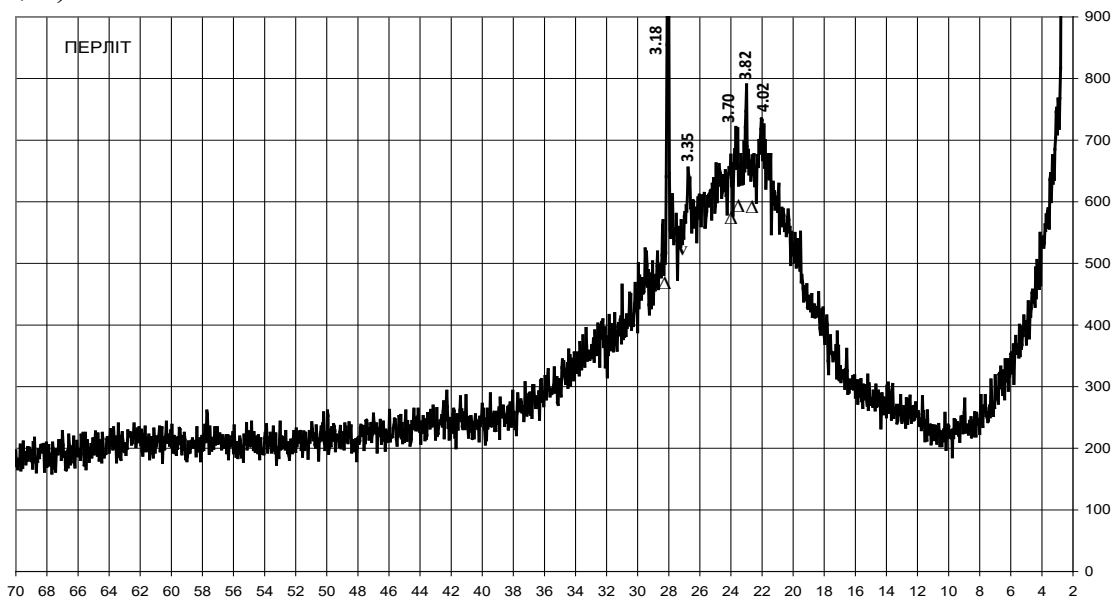


Рисунок 1 - Дифрактограма перліту: v-кварц, □-польовий шпат

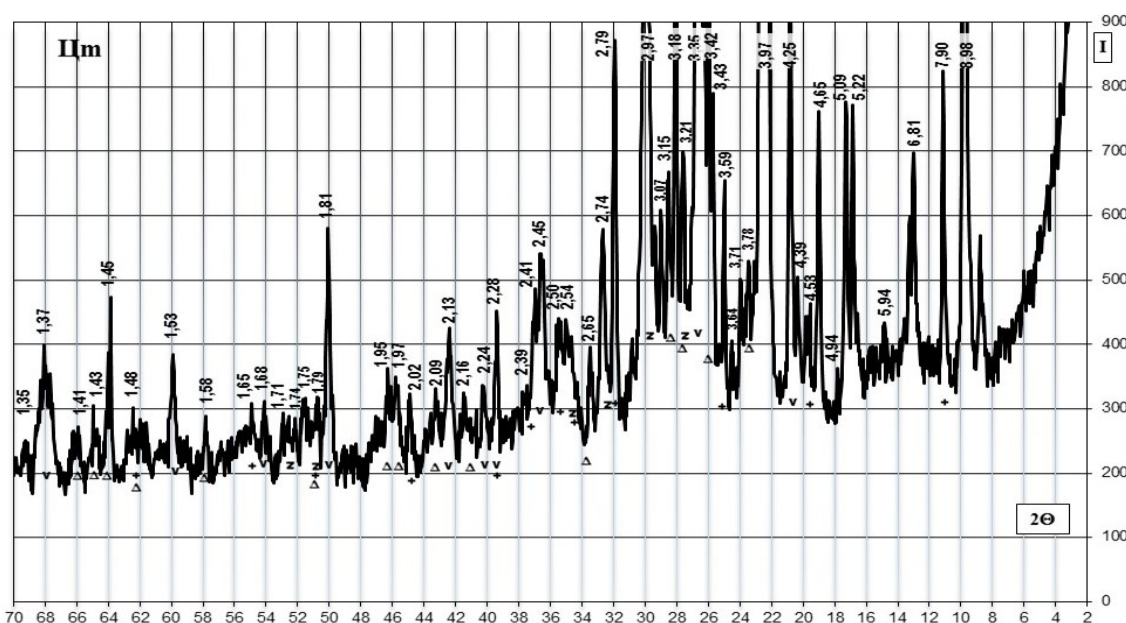


Рисунок 2 - Дифрактограма цеоліту: z цеоліт, v кварц, + каолінит, □ польовий шпат



Очевидно, що структурні особливості наповнювачів визначаються відмінностями у ступеню розвитку склофази, кристалічних фаз та їх кількісних співвідношеннях.

Берегівський перліт характеризується переважним розвитком склофази із включеннями кристалічних фаз кварцу і польового шпату.

Сокирницький цеоліт відрізняється значним розвитком кристалічних фаз, що являють систему цеоліт (клиноптилоліт) – кварц – польові шпати,

Із врахуванням особливостей використання матеріалів для виготовлення полімерних композитів у дослідженнях були використані методи оцінки енергетичного стану поверхні частинок по змочуванню при натіканні [11]. Характерною особливістю вказаного методу є можливість оцінити одночасно ступінь змочування частинок полярними і неполярними розчинниками (відповідно вода і ксилол) та ступінь дисперсності досліджуваного матеріалу (коефіцієнт фільтрації і питома ефективна поверхня).

Визначено (табл. 2, що проба перліту значно поступається цеоліту за показниками змочування водою - 0,45 проти 0,71.

Неполярними рідинами (ксиллол) обидві проби змочуються суттєво гірше, ніж водою. При цьому показники для перліту також суттєво менші – 0,31 проти 0,47 для цеоліту.

Таблиця 2 - Властивості поверхні досліджуваних матеріалів

Матеріал	Змочування при натіканні		Питома ефективна поверхня, м ² /г		Умовний tgδ
	Коефіцієнт фільтрації, К·10 ⁻⁶ см ³ ·с/г		вода	ксиллол	
	вода	ксиллол			
Перліт	0,45	0,31	4,5	2,9	0,016
	1,82	0,54			
Цеоліт	0,71	0,47	18,1	12,9	0,025
	2,97	2,10			

Оцінити вплив структурних особливостей матеріалів можливо з урахуванням такого показника як коефіцієнт фільтрації. Встановлено, що показники останнього щодо проби перліту суттєво менші як по воді - $1,82 \cdot 10^{-6}$ проти $2,97 \cdot 10^{-6}$, так і по ксиллолу - $0,54 \cdot 10^{-6}$ проти $2,10 \cdot 10^{-6}$ см³·с/г.

Ефективна питома поверхня досліджуваних матеріалів являється показником, який однозначно дозволяє оцінити внесок як фактора змочування матеріалів так і їх структури. За отриманими експериментальними даними для проба перліту значно поступається цеоліту за показниками ефективної питомої поверхні по воді – 4,5 проти 18,1 м²/г та по ксиллолу - 2,9 проти 12,9 м²/г.

Вказані особливості властивостей поверхні частинок досліджуваних матеріалів корелюються з результатами ІЧ-спектроскопічного аналізу (рис. 3).

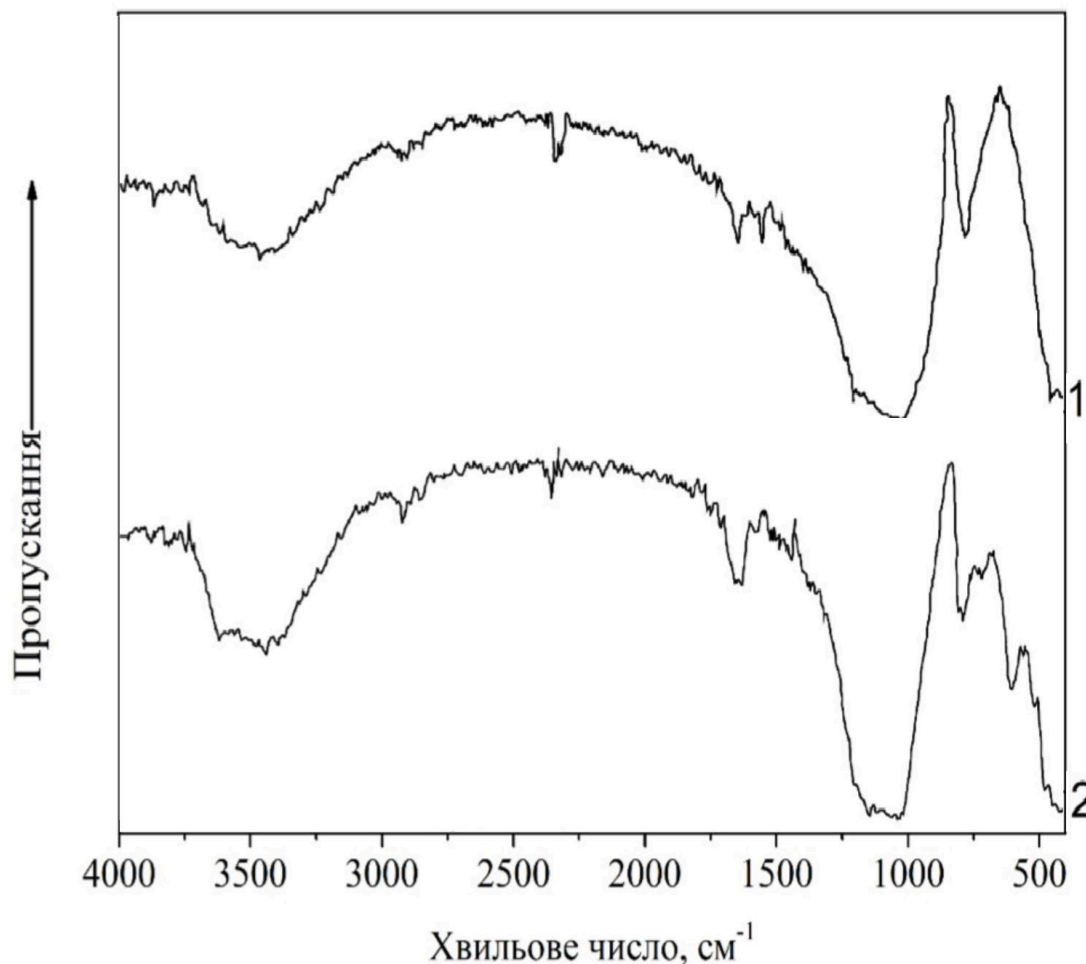


Рисунок 3 - ІЧ спектри проб матеріалів: 1 – перліт; 2 – цеоліт

Висновки

1. Врахування особливостей складу та властивостей поверхні вихідних компонентів важливо для оптимізації структури та властивостей полімерних композиційних матеріалів.

2. Отримані результати досліджень вказують на перспективність використання як наповнювачів порід вулканічного походження, зокрема перліту та цеоліту. При цьому цеоліт має перевагу за розвитком питомої поверхні та ступенем ліофільності, що обумовлюють інтенсивність взаємодії та міцність контактів частинок наповнювача з сополімером.

Література:

1. Адаменко Н.А. Конструкционные полимерные композиты [Текст] / Н.А. Адаменко, А.В. Фетисов, Г.В. Агафонова – Волгоград: ВолГТУ, 2010. – 100 с.
2. Thejas Urs G. Emergent Research on Polymeric and Composite Materials [Text] / Urs G. Thejas, R. Somashekar // IGI Global, 2017. – 341 p.
3. Melnyk L. Research of electrical properties of epoxy composite with carbon fillers [Text] / L. Melnyk // Technology audit and production reserves, 2017. – V.3. (1/35) – pp 1539–1641.



4. Sokolov I. I. Effect of the Chemical Nature of Fabric Mineral Fillers on the Properties of Polymer Composite Materials [Text] / I. I. Sokolov, I. V. Troshkin // Glass and Ceramics. – 2016. – V. 73. – Is. 5–6. – pp 231–233.
5. Rotheron R. N. Particulate fillers for polymers [Text] / R. N. Rotheron // Rapra Rev. Rep. – 2001. – pp. 12:16–17.
6. Aaron K. Waswa, Daniel Mogaka Nyaberi. Evaluation of volcanic rocks of Nairobi area for use as raw materials in the construction and cement industry // Conference: Geological Society of Kenya, 2009.
7. Erdem T.K. Use of perlite as a pozzolanic addition in producing blended cements / T.K.Erdem, Ç.Mera, İM.Tokyay, T.Y.Erdoğan // Cement and Concrete Composites, 2007. –V. 29. – Is. 1. – pp. 13-21.
8. Tarhan, B., Tarhan, M. Utilization of perlite as an alternative raw material in the production of ceramic sanitaryware.// J Therm Anal Calorim (2021). <https://doi.org/10.1007/s10973-021-10784-5>.
9. Strzemiecka B. Characterization of zeolites as potential new generation fillers in abrasive articles. Physicochemical properties of zeolites and their interactions with resins / Beata Strzemiecka, Adam Voelkel, Małgorzata Kasperkowiak // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2010. - Vol. 372. - Is. 1–3. - pp. 80-85.
10. Narayanan S. A review on the use of zeolites to create valuable paper products and paper-like adsorbent materials / Sigappi Narayanan, Warren Batchelor, Paul A. Webley // Appita Journal, 2013. - No. 66(3) - pp. 235-245.
11. Myronyuk, O., Baklan, D., Nudchenko, L. Evaluation of the Surface Energy of Dispersed Aluminium Oxide Using Owens-Wendt Theory. Technology Audit and Production Reserves, 2020. 2 (1 (52)), 25-27.

Abstract. *The results of the study of five types of volcanic rocks of the Zakarpattia deposits - Bereiv perlite and Sokyrnytsky zeolite as potential raw materials for the manufacture of polymer composites - are given. Modern instrumental methods of physical and chemical analysis are applied. Features of the chemical composition - in terms of the content of oxides of the RO+R2O type, phase composition - in terms of the development of crystalline phases and the glass phase, surface properties and lyophilicity of the studied materials as factors of the effectiveness of their use as fillers are shown. The research results indicate the promising use of rocks of volcanic origin, in particular perlite and zeolite, as fillers. It was concluded that zeolite has an advantage over perlite in the development of specific surface area and the degree of lyophilicity, which determine the intensity of interaction and the strength of contacts of filler particles with the copolymer during the production of a composite material.*

Key words: *polymer composite, filler, perlite, zeolite, composition, surface, properties.*

Статтю відправлено: 02.08.2022 р.
© Мельник Л.І.