

## ЗАСТОСУВАННЯ ЦЕОЛІТ-СМЕКТИТОВИХ ТУФІВ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ В ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОМУ ВИРОБНИЦТВІ

---

*Наведено результати досліджень будови і мінерального складу товщі цеоліт-сметитових вулканічних туфів Волино-Подільського регіону. Розглянуто перспективи їх використання при створенні екологічно чистих виробництв. Туфи можуть бути застосовані в агровиробництві, будівельній галузі, атомній електроенергетиці та інших галузях.*

*Ключові слова:* вулканічні туфи, цеоліти, сметити, екологічно чисті виробництва, Волино-Поділля.

---

**Вступ.** Модель екологічно чистого виробництва (ЕЧВ) нині активно впроваджують у багатьох передових країнах світу. Впровадження моделі ЕЧВ передбачає, зокрема, використання великої кількості природних мінеральних сорбентів і меліорантів з надійними ізоляційними властивостями. Такою мінеральною сировиною на території Волино-Подільського регіону є цеоліт-сметитові туфи, які активно вивчають упродовж останнього десятиліття [1—4]. Вони містять значну кількість цеолітів і сметитів ряду монтморилоніт—сапоніт, тому мають цінні сорбційні, катіонообмінні, хімічні та фізико-механічні властивості. Існують перспективи їх використання як нетрадиційних для регіону корисних копалин [1] у багатьох галузях ЕЧВ: сільському господарстві, будівельній промисловості, енергетиці та з метою природоохоронних заходів. У зв'язку з цим подальші різнобічні дослідження туфової товщі є актуальним завданням сьогодення. Результати вивчення речовинних особливостей, а також технологічні, агроекологічні та біологічні експерименти з цеоліт-сметитовими туфовими рудами дали змогу намітити нові способи їх господарського використання за моделлю ЕЧВ.

**Характеристика туфів.** Цеоліт-сметитові туфи є продуктом гідротермально-метасоматичних перетворень вулканічного попелу, піску й тефроїдних вулканокластичних уламків від вивержень базальтової магми у ранньому венді, приблизно 600 млн років тому. Разом з базальтами і лавокластичними утвореннями туфи складають трапову формацію (волинську вулканічну серію) нижнього венду, поширену на домезозойській поверхні у Волино-Подільському регіоні України (рисунок). Туфи залягають шарами, формуючи на площі близько 200 тис. км<sup>2</sup> гігантський

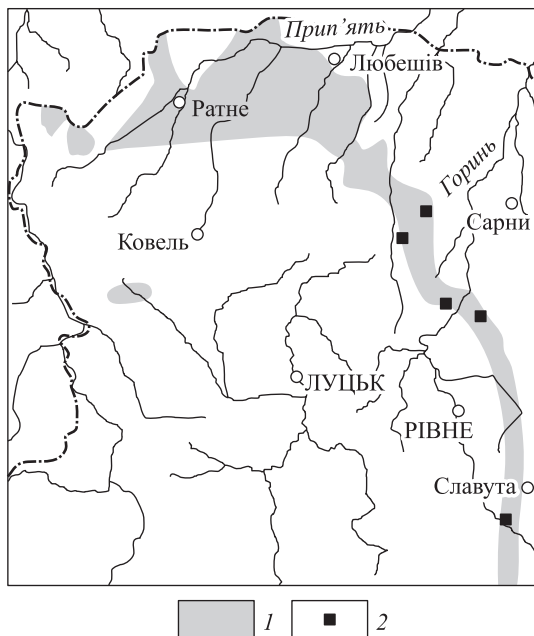


Схема поширення туфової товщі Волино-Поділля: 1 — поширення туфів на докрейдаційній поверхні; 2 — кар'єри, що розкрили туфову товщу

The scheme of Volyn-Podillya tuffaceous stratum distribution: 1 — tuffs distribution on Pre-Cretaceous surface, 2 — quarries which have opened-out the tuffaceous stratum

вулканокластичний покрив потужністю до 210 м, відомий як бабинська світа [1]. На земну поверхню туфи виходять лише за 5 км на південний схід від м. Славута Хмельницької обл., у кар'єрі с. Ташки, та в базальтових кар'єрах сіл Берестовець, Базальтове, Полиці Рівненської обл.

Туфи складені з уламків магматичних порід, зокрема зміненого вулканічного скла, базаль-

тів, шлаків, а також мінералів — плагіоклазів, піроксенів і рудних. Вулканічне скло значною мірою заміщено мікрористалічними хлоритовими і смектитовими агрегатами, пігментованими червоним порошокуватим гематитом і мартитом. Уламки скріплені цементуючими мінералами, переважно анальцимом, іншими цеолітами, хлорит-смектитовими агрегатами, які домінують. Серед цеолітів найпоширенішими є натроліт, морденіт, томсоніт, птілоліт, гейландит.

За даними повного мінералогічного аналізу (околиці с. Іванчі Володимирецького р-ну Рівненської обл.), туфи містять у середньому 43 % цеолітів і 49 % смектитів (6 визначень). За даними комплексного рентгеноструктурного та термічного аналізу (14 визначень) у пелітових різновидах червоноколірних туфів Берестовецького кар'єру в середньому міститься 64,8 (±20) % смектитів діоктаєдричної будови ряду монтморилоніт—нонтроніт. Псамітові різновиди червоноколірних туфів, що отримані із свердловин поблизу Рафалівського кар'єру, містять у середньому (6 визначень) 65,0 (±15,0) % смектитів триоктаєдричної будови ряду гекторит—сапоніт та 28,2 (±14,6) % цеолітів.

Різновиди туфів, що містять високі концентрації цеолітів і смектитів, проявляють цінні сорбційні та катіонообмінні властивості. Так, за матеріалами В.О. Грицика, П.О. Ляшенко (1997) в анальцим-сапонітових туфах Варварівського родовища (Славутський р-н Хмельницької обл.) вибіркова адсорбція радіоцезію Cs<sup>137</sup> при початковій радіоактивності середовища 46 000 Бк (Т : Р = 1 : 10) становить 99,5 %, а адсорбція радіостронцію Sr<sup>90</sup> при початковій радіоактивності середовища 3900 Бк (Т : Р = 1 : 10) сягає 97,0 %. Ємність катіонного обміну в цих туфах дорівнює 74,7 мг · екв/100 г. До складу обмінного комплексу входять переважно катіони Mg<sup>2+</sup> та Ca<sup>2+</sup>, в меншій кількості — Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> та ін. Загалом цеоліт-смектитові різновиди схарактеризованих туфів за складом і властивостями близькі до бентонітів. Орієнтовні запаси туфів тільки в контурах базальтових кар'єрів Рівненщини площею 86 га при заглибленні на 10 м за приблизною оцінкою становлять 20 млн т.

**Шляхи застосування цеоліт-смектитових туфів за моделлю ЕЧВ.** Попередні технологічні та експериментальні дослідження целіт-смектитової си-

ровини з покладів Волино-Подільського регіону показали, що вона придатна для використання у багатьох галузях екологічно чистого виробництва без їх попереднього збагачення.

**Використання цеоліт-сметитових туфів у рослинництві.** Дослідні внесення туфів у радіоактивно забруднені дерново-підзолисті ґрунти Рівненщини засвідчили ефективність застосування цих меліорантів для зниження вмісту ізоотопів Cs<sup>137</sup> у сільськогосподарських культурах [2]. Позитивна комплексна дія туфового борошна проявляється у ґрунтах також у такому: а) нормалізації азотного та калійного живлення; б) зменшенні кислотності; в) збалансуванні вмістів мікроелементів; г) утриманні вологи та регулюванні водозабезпеченості рослин; д) збільшенні поглинальної здатності ґрунтів. Польові дослідження на землях запасу Шубківської сільської ради (Рівненщина) загалом підтвердили позитивну дію туфів Берестовецького кар'єру на врожайність картоплі й кукурудзи на силос.

Цеоліт-сметитові туфи можна застосовувати для підготовки ґрунтів у теплицях. У цьому випадку рослини отримують додаткове підживлення мікроелементами, у них стійкіша до гниття та міцніша коренева система, зв'язані з цеолітом органічні добрива не вимиваються водою і надходять у рослини поступово, протягом декількох років, не отруюючи плодів, як це зазвичай буває.

**Застосування цеоліт-сметитових туфів у тваринництві й птахівництві.** Як комплексна складова гранульоване борошно цеоліт-сметитових туфів (в їх дрібній фракції розміром 0,1—1 мм) можна використовувати у тваринництві, птахівництві, хутровому звірівництві, риборицтві тощо [3]. Включення цеолітовмісних туфів до харчового раціону тварин підвищує засвоєння поживних речовин кормів, скорочує падіж, особливо в ранньому віці, запобігає появі диспепсії, виводить з організму токсичні та шкідливі продукти метаболізму, запобігає захворюванню, пов'язаним з дефіцитом мікроелементів. Сільськогосподарським тваринам цеолітовмісні туфи доцільно згодовувати з розрахунку 0,5—1,0 г на 1 кг маси тіла тварин (на добу) разом з концентрованими кормами або силосом. Для отримання позитивного ефекту згодовувати цеолітовмісні туфи потрібно впродовж 1—3 міс. Повторне згодовування рекомендується через 1—1,5 міс. Найдоцільнішим є застосування цеолітів і сапонітів у зимово-весняний період, коли якісний склад кормів зазнає відчутних втрат. У літній період мінерали можна згодовувати тваринам при стійловому утриманні впродовж 15—30 днів [3].

У разі згодовування тваринам цеолітовмісних туфів значно поліпшується санітарний стан приміщення: природні мінерали виконують роль дезодоратора для очищення повітря. Крім того, туфи доцільно використовувати як підстилку для тварин, а згодом як елемент живлення ґрунтів, тобто у тваринництві за своїм впливом вони безпечні та багатофункціональні.

У птахівництві цеолітовмісні туфи також використовують як мінеральну кормову добавку. При цьому зростає збереженість молодняка птиці, продуктивність, яйценосність, приріст живої маси, зменшується накопичення токсичних елементів.

**Використання туфової формації для захоронення промислових і побутових відходів, очищення води.** Нагальною проблемою Волино-Подільського регіону, де знаходяться Рівненська та Хмельницька АЕС, є підземне захоронення радіаційно-активних відходів (РАВ) атомної енергетики. Серед геологічних формацій Волино-Поділля вимогам МАГАТЕ [4] щодо підземного захоронення РАВ найкраще відповідає товща досліджуваних цеоліт-сметитових туфів. Головні аргументи на її користь такі. Територія поширення туфів стабільно

розвивалась у пасивному геодинамічному режимі принаймні протягом останніх 100 млн років. Площа непорушених розломами тіл туфів становить десятки і сотні квадратних кілометрів, потужність сягає 210 м. Захоронення РАВ у цій товщі можливе в широкому діапазоні глибин. Завдяки специфічному мінеральному складу досліджуваних туфів вони поглинають радіоактивні речовини.

Для приповерхневого захоронення РАВ найпридатнішими, на наш погляд, є верхні частини розрізу туфової товщі з неглибоким (до 25 м) заляганням її покрівлі — в північній частині Подільської височини (верхів'я р. Горинь). Тут товща місцями залягає в зоні аерації ґрунтових вод, максимальні абсолютні позначки досягають +233 м. Разом з тим біля с. Ташки Славутського р-ну сапонітові різновиди туфів мають найліпші в регіоні сорбційні, катіонообмінні та ізоляційні властивості.

Для глибокого захоронення РАВ можуть бути придатними ділянки туфової товщі, що залягають у межах динамічно стабільних блоків на глибинах у сотні і тисячі метрів. На таких глибинах в умовах сповільненого водообміну туфи слабководопроникні. За даними пробних відкачок підземних вод із свердловин, навіть в умовах приповерхневого водообміну їх коефіцієнт фільтрації становить 0,1—0,25 м/добу. Це пояснюється тим, що тріщинуватість у туфах на порядок слабкіша від тієї, що проявлена зазвичай у скельних породах. Для туфів характерні переважно міжзернові деформації, а тріщини, як правило, заліковуються вторинними мінералами: смектитами, карбонатами і хлоритами.

Оптимальним рішенням також може бути захоронення відходів в охоронній зоні АЕС, адже під Рівненською АЕС туфи залягають в інтервалі глибин 50—80, під Хмельницькою — 30—130 м.

Інший напрям застосування туфів — ізоляція побутових відходів, локалізація сміттєзбиральних полігонів, очищення стічних і ставкових вод від солей важких металів, радіонуклідів, амонійного азоту, синьо-зелених водоростей та ін. Подрібнений цеоліт-смектитовий туф може слугувати також своєрідним фільтром під час очищення води в штучних озерах, ставках, акваріумах, він запобігає замуненню і стабілізує їх екосистеми.

#### ***Застосування цеоліт-смектитових туфів у будівельній промисловості.***

Цеоліт-смектитову туфову сировину також застосовують у цементній промисловості та при виготовленні будівельних матеріалів [1]. Технологічні випробування показали, що борошно з пелітових туфів Берестовецького кар'єру (Рівненщина) з добавкою 1,0 % мазуту спучується при температурі 1020 °С і є придатним для виготовлення керамзиту. Туфи можна також використовувати при виготовленні декоративної керамічної та силікатної цегли, пігментів для фарб і кольорових бетонів. З борошна туфів Рафалівського кар'єру (Рівненщина) отримано дослідні зразки якісних керамічних виробів.

Туфи Іванчівського родовища (Рівненщина) запропоновано використовувати як сировину для виготовлення полегшеного тампонажного портландцементу, бетонних розчинів, піно- і газобетонів. При виробництві цементу, газобетону і пінобетону скорочується термін схоплювання, збільшується питома поверхня, на 30—40 од. підвищується марка цементу.

**Висновки.** Завдяки специфічному мінеральному складу цеоліт-смектитові туфи Волино-Поділля регіону можна розглядати як новий вид мінеральної сировини, придатної для використання у екологічно чистих виробництвах. Це зумовлено їх унікальними адсорбційними, катіонообмінними та ізоляційними властивостями, значними запасами і доступністю до видобутку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельничук В.Г. Товща цеоліт-сметитових туфів в нижньовендських трапах південно-західної частини Східноєвропейської платформи, їх походження та перспективи використання. *Сучасні проблеми літології та мінералогії осадових басейнів України та суміжних територій*: зб. наук. праць ІГН НАН України. К., 2008. С. 104—112.
2. Мороз О.С. Покращення стану ґрунтів поліської зони, забруднених радіонуклідами. *Вісник РДТУ*. 1999. Вип. 2. Ч. 1. С. 73—76.
3. Сорока М.П., Мельничук В.Г., Мандигра М.С., Лисиця А.В. та ін. Цеоліт-сметитові туфи Рівненщини: біологічні аспекти використання. Рівне: Волинські береги, 2005. 184 с.
4. Шестопалов В.М., Руденко Ю.Ф., Соботович Э.В. и др. Изоляция радиоактивных отходов в недрах Украины (проблемы и возможные решения). К., 2006. 398 с.

Надійшла 14.03.2016

*В.Г. Мельничук, Г.В. Мельничук, А.Н. Полищук*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕОЛИТ-СМЕКТИТОВЫХ ТУФОВ  
ВОЛЫНО-ПОДОЛИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Изложены результаты исследований строения и минерального состава толщи цеолит-сметитовых вулканических туфов Волыно-Подольского региона. Рассмотрены перспективы их применения при создании экологически чистых производств. Туфы могут быть использованы в агропроизводстве, строительной индустрии, атомной электроэнергетике и других отраслях.

*Ключевые слова:* вулканические туфы, цеолиты, смектиты, экологически чистые производства, Волыно-Подолля.

*V.G. Melnichuk, G.V. Melnichuk, A.M. Polishchuk*

**THE VOLYN-PODILLYA ZEOLITE-SMECTITE TUFFS USAGE  
IN POLLUTION-FREE PRODUCTION**

The results of studying the Volyn-Podillya region zeolite-smectite volcanic tuffs structure and mineral composition have been demonstrated. The prospects of their usage are considered in creation of pollution-free production. The tuffs can be used in agricultural production, building sector, nuclear power generation and others.

*Keywords:* volcanic tuffs, zeolites, smectites, pollution-free productions, Volyn-Podillya.