

Проект захоронення радіоактивних відходів мельницької АЕС в товщі вулканічних туфів

<https://doi.org/10.31713/MCIT.2024.027>

Віктор Мельничук

Національний університет водного господарства та природокористування
м. Рівне, Україна
v.g.melnychuk@nuwm.edu.ua

Марія. Криницька

Національний університет водного господарства та природокористування
м. Рівне, Україна
m.v.krynytska@nuwm.edu.ua

Тетяна Басюк

Національний університет водного господарства та природокористування
м. Рівне, Україна
t.o.basyuk@nuwm.edu.ua

Діана. Косяк

Національний університет водного господарства та природокористування
м. Рівне, Україна
d.s.kosiak@nuwm.edu.ua

Анотація – Пропонується використання товщі цеоліт-сметитових туфів нижнього венду, що залягають під Хмельницькою АЕС і мають задовільні ізоляційні властивості для захоронення радіоактивних відходів. Даний проект, за прикладом проектів захоронення РАВ в туфових товщах, які розробляються в США та Росії, може стати додатковою альтернативою намірам ізолювати РАВ від екосистеми в Чорнобильській зоні відчуження і прилеглий частині Коростенського гранітного плутону.

Ключові слова – вулканічні туфи; базальти; нижній венд; бабинська світа; АЕС; радіоактивні відходи.

I. ВСТУП

Енергоатом вирішив остаточно відмовитися від вивезення відпрацьованого ядерного палива (ВЯП) з українських АЕС на переробку та тимчасове зберігання до російської Федерації. У зв'язку з таким рішенням нагальним завданням сьогодення став пошук об'єктів для довгострокового зберігання довгоіснуючих та високоактивних радіоактивних відходів та їхнього місцевого захоронення в глибоких геологічних формаціях, що відповідають чинним вимогам [1]. Найперспективнішими в цьому відношенні є масиви вулканічних туфів, поширених в надрах Волино-Поділля, котрі за прикладом вулканічних туфів гори Юкка (штат Невада) США [9], вибрані для захоронення радіоактивних відходів (РАВ) [3, 4],

За прикладом вулканічних туфів гори Юкка (штат Невада), котрі вибрані для захоронення РАВ у США, найперспективнішими в цьому відношенні є ті масиви туфів, котрі розміщені в зоні аерації підземних вод, або добре ізолювані водотривами. Виявлення і вивчення таких відносно сухих туфових масивів у Волино-Подільському регіоні має стати важливою задачею майбутніх інженерно-

геологічних досліджень і вимагає проведення комплексних інженерно-геологічних, гідрогеологічних та геофізичних вишукувань в туфових горизонтах на предмет безумовної надійності їх ізоляційних властивостей.

II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проект складений за результатами обстеження кар'єрів з видобутку базальтів та туфів у Рівненській та Хмельницькій областях, де останні виступають на поверхню, а також за даними колонкового буріння свердловин та всебічного вивчення речовинного складу і властивостей піднятого із них керну вулканічних туфів нижнього венду. Його метою є обґрунтування доцільності підземного захоронення РАВ в районі Хмельницької АЕС, як альтернативи намірам ізолювати РАВ від екосистеми серед гранітів Коростенського плутону неподалік Чорнобильської зони відчуження.

III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Характеристика умов залягання, речовинного складу та властивостей нижньовендських туфів регіону

Туфи, що розглядаються – це продукти гідротермально-метасоматичних перетворень вулканічного попелу, піску та тефроїдних вулканокластичних уламків від вивержень базальтової магми у ранньому венді, приблизно 600 млн. років тому. Разом з базальтами і лаволастичними утвореннями туфи складають трапову формацію (волинську вулканічну серію) нижнього венду, поширену в надрах і на докрейдовій поверхні у Волино-Подільському регіоні України. Туфи залягають шарами, формуючи на площі близько 200 тис. км² гігантський вулканокластичний покрив

потужністю до 210 метрів, відомий як бабинська світа [2-5].

Туфова товща під промисловим майданчиком Хмельницької АЕС

Туфова товща (бабинська світа нижнього венду – V1 bb) простежується у Волино-Подільському регіоні під крейдою у вигляді смуги шириною 1-10 км на глибинах від 5 до 250 м, звідки поступово занурюється на захід до глибин понад 4 км. В межах цієї смуги розміщені Хмельницька АЕС. Під нею туфи залягають в інтервалі глибин 30-150 м. На денну поверхню туфи виступають лише в 5 км на південний схід від м. Славути Хмельницької обл. в кар'єрі Ташки та в базальтових кар'єрах Рівненщини поблизу с. Берестовець, с. Мидськ, с. Базальтове, с. Іванчі.

Територія розповсюдження туфів в цілому відповідає Волино-Подільській плиті, яка стабільно розвивалась в пасивному геодинамічному режимі принаймні впродовж останніх 100 млн р. Непорушені розломами тіла туфів за площею становлять десятки і сотні км² та мають потужність до 210 м. На більшій території регіону досліджувана товща перекрита численними покривами (до семи) базальтів та потужним (до 4 км) чохлам осадових гірських порід, серед яких наявні численні шари з надійними ізоляційними властивостями.

Попередня оцінка інженерно-геологічних умов залягання туфової товщі Волино-Поділля, виконана за даними документації і каротажу 1880 свердловин показує їхню високу потенційну придатність для захоронення РАВ в широкому діапазоні глибин на абс. позн. від +233 до -3740 м.

Структура цеолітів в туфах така, що вони мітять відкриті канали, в котрі поселяються сорбовані речовини, в тому числі радіоактивні. Переважання цеолітів та смектитів в туфах обумовлює їхні задовільні адсорбційні та іонообмінні властивості, що відкриває можливості їхнього використання в екологічно-чистому виробництві [2] в галузі водоочищення [2; 6].

За результатами випробовувань фізико-механічних властивостей вулканічні туфи регіону відносяться до різновиду напівскельних ґрунтів. Межа міцності при стисканні в повітряно-сухому стані в середньому становить 400 кгс/см². При обпаленні в інтервалі температур 1000-1100°C водопоглинання туфів зменшується до 5%, а при 1150-1200 °C вони плавляться з утворенням міцних керамічних мас, в яких межа міцності на одноосове стиснення сягає 2500 кгс/см².

Для туфів характерні переважно міжзернові деформації, а тріщини, як правило, швидко заліковуються вторинними мінералами: смектитами, карбонатами і хлоритами. По цій причині туфи Волино-Поділля загалом слабководопроникні породи. За даними пробних відкачок підземних вод із свердловин в приповерхневих умовах інтенсивного водообміну

вони мають коефіцієнт фільтрації 0,1-0,25 м/добу, а в зоні сповільненого водообміну на значних глибинах - не більше 0,005 м/добу.

Туфова товща нижнього венду під промайданчиком Хмельницької АЕС залягає в інтервалі глибин 30-150 м і має потужність 127 м – достатню для розміщення в ній могильника РАВ (рис. 1, рис. 2). Вона надійно ізольована від поверхневих і ґрунтових вод стометровою товщею водотривких вулканоміктових відкладів (за участю аргілітів) могилів-подільської серії верхнього венду. Поблизу с. Ташки Шепетівського району туфова товща виступає на поверхню у пагорбах з абсолютними позначками і розробляється кар'єрами як адсорбційна сировина. Туфова товща тут залягає в зоні аерації ґрунтових вод і може розглядатись як об'єкт приповерхневого захоронення РАВ [2 -5].

Туфи, що видобуваються поблизу с. Ташки Шепетівського району і розкриті в базальтових кар'єрах Рівненщини, завдяки їхнім адсорбційним властивостям по відношенню до радіоізотопів та важких металів доцільно використовувати для створення запасів дезактивуючих силікатних матеріалів на випадок аварій та військових дій. Досліджено можливість використання сапонітових та сапоніт-анальцимових різновидів туфів, які було відібрано із керну свердловин поблизу с. Радощівка Хмельницької області (Україна), для зниження кислотності підземних вод та вилучення із них іонів важких металів Mn²⁺, Ni²⁺, Pb²⁺ [7].

Ділянка характеризується простими гідрогеологічними умовами (рис. 1). В долині р. Горинь повсюдно набув поширення перший від поверхні водоносний комплекс (ґрунтові води) у сучасних і верхньоплейстоценових алювіальних (річкових) за участю болотних відкладах заплави та першої надзаплавної тераси, складений пісками, жовтуватими-сірими, дрібно- і середньозернистими, часто з прошарками суглинку. За межами річкової долини поширені еолово-делювіальні леси та лесовидні суглинки середнього плейстоцену. Потужність четвертинних відкладів сягає 15,0 м.

Вехньоплейстоценові алювіальні відклади, на яких розміщені промайданчик Хмельницької АЕС та м. Нетішин, залягають на водотривких аргілітах холоневичької світи в складі могилів-подільської серії верхнього венду. Останні часто слугують основами для промислових споруд АЕС.

Нижче залягає потужна (120-170 м) товща слабководопроникних цеоліт-смектитових туфів бабинської світи нижнього венду з товщею водотривких туфоаргілітів в основі (рис. 2). Наявність цього потужного водотриву забезпечує добру ізоляцію напірних міжпластових підземних вод в нижчезалягаючих пісковицях і гравелітах горбашівської світи нижнього венду і пісковицями польської серії рифею від забруднення і виснаження.

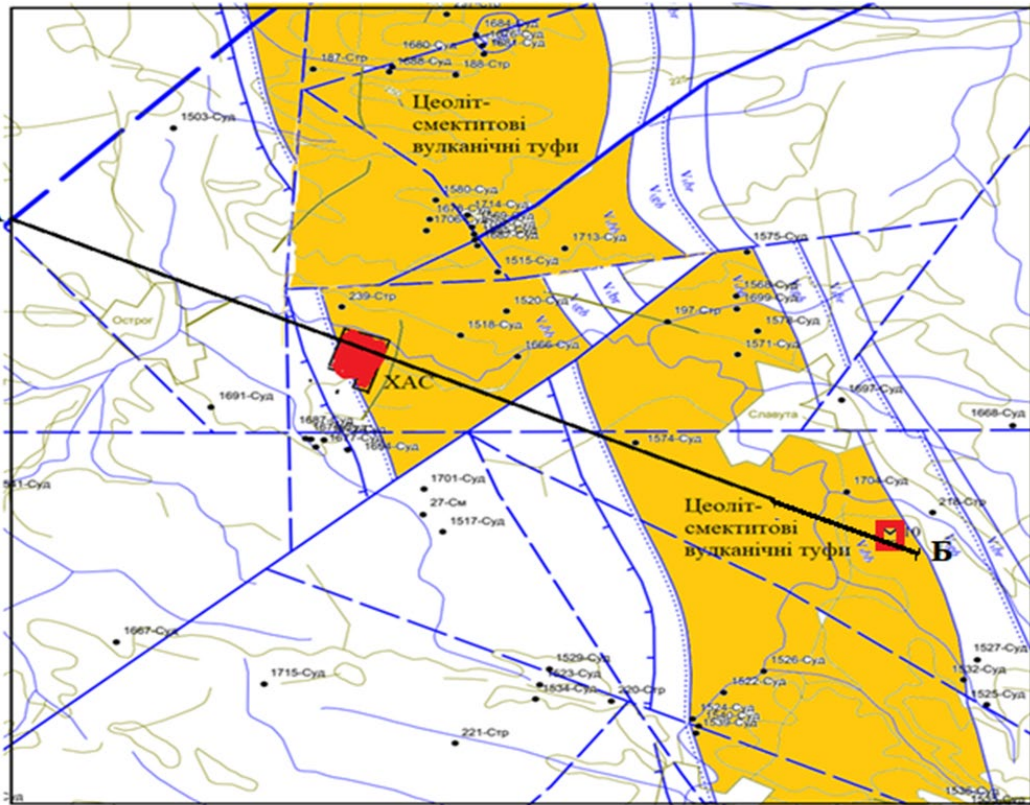


Рис. 1. Поширення туфової товщі на докрейдовому зрізі в районі Хмельницької АЕС : 1 - туфова товща нижнього венду , 2 – свердловини, що її розкрили, 3 – кар'єр з видобутку туфів поблизу с. Ташки

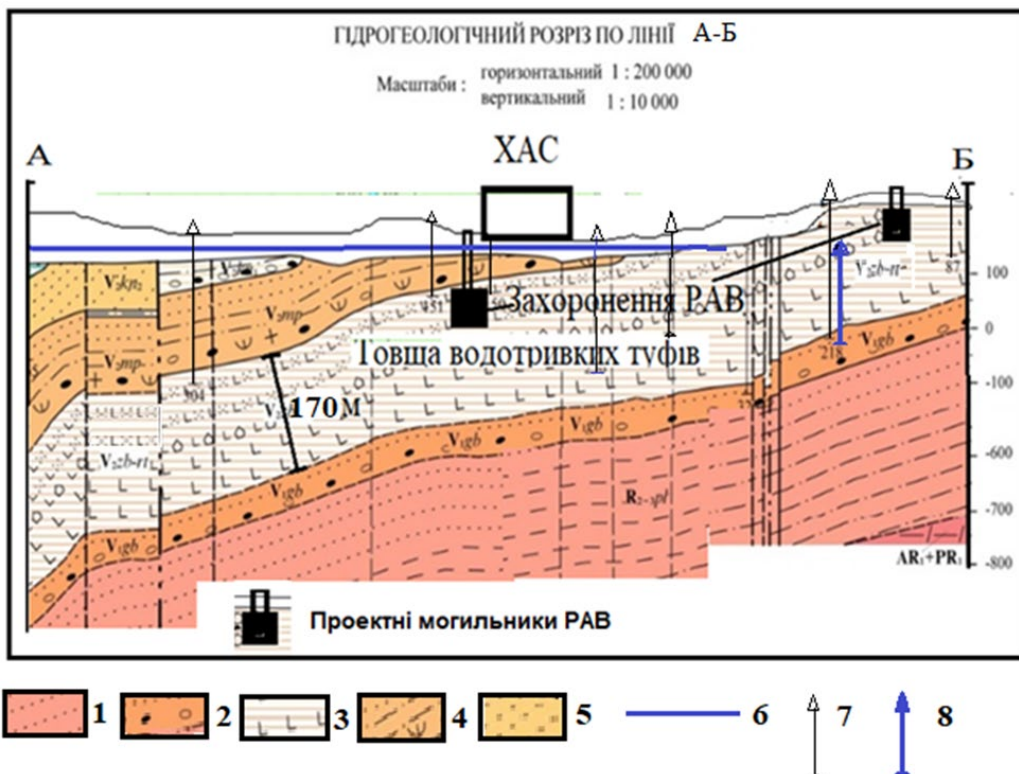


Рис. 2. Схема розміщення могильників РАВ в геологічному розрізі під промайданчиком Хмельницької АЕС та в кар'єрі сапонітових глин поблизу с. Ташки Шепетівського району: 1- водонасні пісковики польської серії рифею; 2 – водонасні пісковики і гравеліти горбашівської світи нижнього венду; 3 – слабводопроکنі цеоліт-сметитові туфи і водотривкі туфоаргіліти бабинської світи нижнього венду; 4 - водотривкі вулканоміткові аргіліти холоневицької світи верхнього венду; 5 - водонасні пісковики канилівської серії верхнього венду; 6 – дзеркало ґрунтових вод; 7 – свердловина та її глибина; 8 – напір води в свердловині

IV. ВИСНОВКИ

Таким чином, проект використання товщі цеоліт-сметитових туфів нижнього венду, що залягають під Хмельницькою АЕС і мають задовільні ізоляційні властивості для захоронення радіоактивних відходів, відповідає вимогам МАГАТЕ щодо економічної доцільності і надійності ізоляції РАВ. Дана товща є складовою осадового чохла Волино-Подільської плити, що розвивалась в пасивному геодинамічному режимі впродовж сотень мільйонів років. Непорушені розломами ділянки туфової товщі за площею становлять десятки і сотні км² та мають потужність до 210 м. Цеоліт-сметитові вулканічні туфи, якими вона складена в приповерхневому заляганні, мають низьку водопроникність, яка на значних глибинах в зоні сповільненого водообміну стає мінімальною.

Адсорбційна здатність досліджуваних туфів по відношенню до радіоактивних ізотопів, позитивні інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови території могильника РАВ та інші чинники відповідають вимогам та правилам довгострокового зберігання довгоіснуючих та високоактивних радіоактивних відходів до їх захоронення в глибоких геологічних формаціях [1].

Даний проект, за прикладом проектів захоронення РАВ в туфових товщах, які розробляються в США та росії, може стати додатковою альтернативою намірам ізолювати РАВ від екосистеми в Чорнобильській зоні відчуження і прилеглий частині Коростенського гранітного плутону.

Для успішної реалізації наміченого проекту необхідно виконати інженерно-геологічні вишукування під будівництво об'єктів глибокого захоронення РАВ в туфовій формації Волино-

Подільського регіону на предмет безумовної надійності її ізоляційних властивостей.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Вимоги та правила довгострокового зберігання довгоіснуючих та високоактивних радіоактивних відходів до їх захоронення в глибоких геологічних формаціях / Наказ Державного комітету ядерного регулювання України 07.12.2007 N 169.
- [2] Мельничук В.Г., Мельничук Г.В., Поліщук А.М. Застосування цеоліт-сметитових туфів Волино-Поділля у екологічно-чистому виробництві. Записки Українського мінералогічного товариства. 2016, том 13. С. 83-87.
- [3] Мельничук В. Г., Поліщук А.М., Мельничук Г.В. Вулканічні туфи в трапах Волино-Поділля як альтернативний об'єкт для захоронення радіоактивних відходів. Зб. наук. пр. : Наукові праці Інституту фундаментальних досліджень. К. : Логос. 2007. Вип. 12. С. 162-168.
- [4] Мельничук В.Г. Оцінка придатності туфової товщі в нижньовендських трапах Волино-Подільської плити для захоронення радіоактивних відходів. *Вісник КНУ ім. Т. Шевченка*. Геологія. Вип. 49. 2010. С. 55-57.
- [5] Мельничук В. Г. Товща цеоліт-сметитових туфів в нижньовендських трапах південно-західної частини Східноєвропейської платформи, їх походження та перспективи використання. Зб. наук. пр. ІГН НАН України: Сучасні проблеми літології та мінералогії осадових басейнів України та суміжних територій. К. : 2008. С. 104-112.
- [6] Мельничук В.Г., Трач Ю.П., Косінов В.П., Міхель М., Речек Л. Дослідження мінерального складу і можливостей використання диспергованих базальтів та туфів Івано-Франківського родовища Рівненської області в галузі водоочищення. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. 2018, №30. С. 36-47.
- [7] Trach Yuliia, Melnychuk Victor, Michel Magdalena Maria, Reczek Lidia. Tadeusz Siwiec 4 and Roman TracThe Characterization of Ukrainian Volcanic Tuffs from the Khmelnitsky Region with the Theoretical Analysis of Their Application in Construction and Environmental Technologies // *Materials* 2021, 14, 7723 p.1-19.