

Трач Ю. П., к.т.н., ст. викл. (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Косінов В. П., к.т.н., доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Мельничук Г. В., к.геол.н., ст. викл.** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Міхель М., доктор інженерії** (Варшавський університет природничих наук, Республіка Польща), **Речек Л., доктор інженерії** (Варшавський університет природничих наук, Республіка Польща)

ВИКОРИСТАННЯ САПОНІТОВИХ ТУФІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД ДЛЯ ПИТНИХ ПОТРЕБ

Кисла вода ($\text{pH} < 6,5-7$) є агресивною і призводить до корозійних процесів в системі водопостачання, а також не придатна для питних потреб. В слабокислих підземних водах останніми роками фіксують підвищені концентрації важких металів. Така проблема може бути вирішена шляхом використання природних матеріалів таких як туфи. Вони містять алюмосилікати, яким притаманні іонообмінні властивості. Варіації вмісту мінеральних і хімічних компонентів, що входять до складу туфів, визначають можливості їх застосування в технологіях водоочищення. Досліджено можливість використання сапонітових та сапоніт-анальцимових різновидів туфів, які було відібрано із керну свердловин поблизу с. Радошівка Хмельницької області (Україна), для зниження кислотності підземних вод та вилучення із них іонів Mn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} . Експериментально підтверджена перевага використання сапоніт-анальцимових туфів перед сапонітовими для поліпшення якості слабкислих вод.

Ключові слова: сапоніт, анальцим, туф, вода, важки метали.

Вступ. Відомо, що кислу воду ($\text{pH} < 6,5-7$) без попередньої обробки для питних потреб використовувати не можна. Крім того, така вода може спричиняти корозійні процеси в системах водопостачання. Це тягне за собою фінансові витрати на ремонтні роботи та заміну обладнання [1].

В слабкислих підземних водах, останніми роками часто фіксують підвищені концентрації важких металів (ВМ) [2; 5]. Вони є одними із найнебезпечніших забруднень підземних вод. Не піддаючись, на відміну від органічних речовин, деструкції, вони постійно містять-

ся в тій чи іншій формі у водних екосистемах.

Причиною наявності підвищених концентрацій ВМ у підземних водах може бути пов'язане з просочуванням у ґрунт недоочищених промислових стічних вод, неправильним використанням сільськогосподарських добрив, отрутохімікатів. Використання останніх не є рівномірним продовж року, тому якісному та кількісному вмісту ВМ характерна сезонність [5].

Окрім промислової, сільськогосподарської діяльності людей, на наявність ВМ у підземних водах впливає інтенсивний безсистемний відбір води. Перевищення споживання над затвердженими запасами, може спричиняти підтягування високомінералізованих підземних вод із нижчезалягаючих водоносних горизонтів або води із водоносних горизонтів, які містять ВМ. Їх присутність там пояснюється хімічним складом водотривких порід, з якими контактують підземні води. Досить часто вони містять рухомі форми заліза, марганцю та інші.

Враховуючи вищесказане, фізико-хімічний склад підземних вод є мінливим, тому пошук та впровадження технології поліпшення якості підземних вод, яка має низьке значення рН та декілька видів ВМ різних концентрацій, – важлива і складна задача.

Одним із ефективних способів розв'язання вищеописаної проблеми є використання на станціях водопідготовки хімічних реагентів або фільтрування її через «лужний» фільтруючий матеріал (мармурова крихта, доломіт та інші.). Такі фільтруючі матеріали, при контакті із кислотою водою, нейтралізують кислоти шляхом переведення розчинних лужних та лужноземельних катіонів у воду.

Використання реагентного способу для вилучення із води ВМ має як переваги, так і недоліки. Так, деякі ВМ ефективно вилучаються або при дуже низьких значеннях рН або при дуже високих. Це в подальшому викликає необхідність хімічним шляхом коректувати рН води до нейтрального значення. Окрім того, при одночасній наявності у воді декількох ВМ різних концентрацій, досить складним є впровадження однієї технології водоочищення.

Вирішення поставленої вище задачі можливе шляхом використання деяких гірських порід які володіють іонообмінними властивостями та містять достатню кількість іонообмінних катіонів Ca^{2+} , Na^+ , K^+ . Головна перевага таких матеріалів полягає у доступності, низькій вартості, простоті використання та інших [2; 5; 9; 11]. Зазначеними властивостями володіють цеоліт-сметитові туфи базальтів, поклади яких відомі серед вендських трапів Волино-Подільського регіону [8;

11].

В Україні вивченням властивостей туфів, з точки зору можливості використання їх в галузі водоочищення, займалися Ганзюк А. Я., Гулієва Н. М., Погрідний В. Т., Сорокіна К. Б., Співак В. В. [6; 7; 8; 9; 10]. Ними було досліджено фізико-хімічний склад сапонітових туфів Ташківського та Варварівського родовищ Хмельницької області. Крім того, базальтові туфи Володимирецького і Костопільського районів Рівненської області, які є супроводжувальною породою при видобутку базальтів, були певною мірою вивчені, а результати досліджень висвітлено численними працями Цимбалюка В.В. [7], Мельничука В.Г. та ін. [8; 11].

Особливості речовинного складу сапонітових туфів. Досліджувані гірські породи – це продукти гідротермально-метасоматичних перетворень вулканічного попелу, піску та тефроїдних вулканокластичних уламків від вивержень базальтової магми у ранньому венді, приблизно 600 млн років тому. Серед них геологорозвідувальними організаціями на північно-західних схилах Українського щита було відкрито бентонітову провінцію, в межах якої розвідано Ташківське і Варварівське родовища магнієвих сапонітових туфів (глин), представлених переважно сапонітовими і анальцим-сапонітовими мінеральними різновидами [6].

Хімічний склад зазначених туфів змінюється в межах: SiO_2 – 45,7-48,6%; TiO_2 – 1,09-1,34%; Al_2O_3 – 13,42-15,2%; Fe_2O_3 – 10,7-13,3%; FeO – 0,2-1,3%; MnO – 0,13-0,25%; MgO – 8,6-11,6%; CaO – 1,0-2,7%; Na_2O – 0,06-0,79%; K_2O – 0,96-2,53%; P_2O_5 – 0,05-0,14%; CO_2 – 0,53-0,78%; SO_3 – 0,13%; в.п.п. – 8,45-14,81%. Питома поверхня анальцим-сапонітової речовини по азоту складає 34 м²/кг, по гексану 41-52 м²/кг, по воді – 120-220 м²/кг. Електрокінетичний потенціал при рН=6-7 становить 19 мВ. Ємність катіонного обміну в анальцим-сапонітових туфах складає 74,7 мг. екв./100г. Для даних туфів характерна висока магнезіальність (MgO до 11,6%) та підвищений вміст таких мікроелементів, як мідь, хром, цинк. Важливо, що в них не встановлені такі екологічно небезпечні елементи, як миш'як, кадмій, ртуть, селен, фтор.

За результатами геологічних досліджень встановлено двозональну будову туфової товщі, а саме: сапонітовий горизонт (зелені туфи) – верхня зона та сапоніт-анальцимовий горизонт (червоні туфи) – нижня зона. Згідно з [7; 10], зеленоколірні туфи містять породотворюючий алюмосилікат – сапоніт. Його вміст у таких туфах зазвичай становить 25-35% і в окремих пробах сягає 80%. Його хімічна форму-

ла $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_{2..3}[\text{Al}_x\text{Si}_{4-x}\text{O}_{10}](\text{Na}, 0,5\text{Ca})_x(\text{H}_2\text{O})_n$, а теоретична формула – $(\text{OH})_2\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}$ [8; 9; 11].

У петрографічному відношенні, такі зелені туфи складаються з рівнокрупних уламків зміненого вторинними процесами пористого вулканічного скла, рідше базальтів, а також піроксенів, плагіоклазів і магнетиту. За хімічним складом зеленоколірні туфи значно ближчі до толеїтових базальтів. У порівнянні із червоними туфами, то їх запаси не є великими.

Червоноколірні туфи у своєму складі містять два породоутворюючі мінерали: сапоніт та анальцим, які також володіють іонообмінними властивостями. Крім того, ці туфи містять уламки магматичних порід: зміненого вулканічного скла, базальтів, шлаків, а також мінералів: плагіоклазів, піроксенів. Вулканічне скло значною мірою заміщено мікрокристалічними хлоритовими і смектитовими агрегатами, пігментованими червоним пилюватим гематитом та мартитом. Уламки скріплені цементуючими мінералами – анальцимом, хлорит-смектитовими агрегатами, халцедоном, кальцитом, гідроксидами заліза [8; 9; 10]. Вміст анальциму у таких зразках було розраховано за даними вмісту Na_2O , який знаходиться на рівні 21-38%, а сапоніту (по кількості MgO в тих же пробах) – 20-37%.

Загальний вигляд сапонітового та сапоніт-анальцимового туфів зображено на рис. 1.



а) сапонітовий туф



б) сапоніт-анальцимовий туф

Рис. 1. Вигляд сапонітового та сапоніт-анальцимового туфів

Хімічні склади сапонітового і сапоніт-анальцимового туфів досить близькі, за винятком натрію, який міститься в анальцимі. При плануванні порівняльних експериментальних досліджень, слід враховувати, що іонообмінні властивості анальциму, вивчені менш детально, ніж, наприклад, кліноптилоліту. Крім того, сапонітові туфи – природно утворений продукт, відсотковий вміст хімічних компонентів, міне-

ралів, різних неорганічних домішок, які їх наповнюють можуть в розрізі і по латералі туфової товщі на значних відстанях можуть суттєво відрізнятися. Така різниця відсоткового вмісту компонентів може впливати на властивості туфів з погляду можливостей їх використання в технологіях водоочищення.

Методика експериментальних досліджень з поліпшення якості води сапонітовими туфами. Об'єктами експериментальних досліджень були туфи, які відібрано з керну свердловини, пройденої в селі Радошівка (Славутський район Хмельницької області). З глибини 19,6-19,9 м було взято зеленоколірний сапонітовий туф, а з глибин 46,6-46,9 м; 60,8-61,1 м та 76-76,3 м червонувато-коричневі сапоніт-анальцимові туфи. Місце відбору туфів є географічно близьким до задовільно вивчених Ташківського та Варварівського родовищ [6] Тому було зроблено припущення, що хімічний і мінеральних склад відібраних туфів подібний до вищезгаданих.

З метою вивчення можливості використання досліджуваних нами різновидів туфів для поліпшення якості підземних вод можлива технологія водоочищення могла передбачати контактний резервуар для перемішування порошкоподібного туфу із підземною водою. Після контакту із ним, воду слід подавати на фільтри механічного очищення, оскільки алюмосилікати у воді диспергують і ці дисперсні часточки слід вилучати.

Експериментальні дослідження проводилися в статичних умовах з такими ВМ, як марганець, нікель, свинець. Їх концентрації мали наступні значення: Mn^{2+} – 0,442 мг/дм³ та 0,894 мг/дм³; Ni^{2+} – 0,488 мг/дм³ та 0,905 мг/дм³; Pb^{2+} – 0,258 мг/дм³ та 0,718 мг/дм³. Початкове значення рН дистильованої води становило 6,2. Для вивчення можливості зменшення кислотності води із керну були приготовлені порошкоподібні проби сапонітового туфу (глибина 19,6-19,9 м) та сапоніт-анальцимового туфу (глибина 46,6-46,9 м; 60,8-61,1 м та 76-76,3 м). Розмір мінеральних зерен в пробах подрібнених туфів не перевищував 0,25 мм.

В конічну колбу об'ємом 100 мл додавали 0,5 г зразка туфового борошну і 50 мл розчину із відповідним ВМ та його концентрацією. Контакт ВМ із туфовим борошном у воді був при температурі 10° С.

Для проведення експериментальних порівняльних досліджень орієнтовний час контакту туфів із водою, яка містить іони Mn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} та має низьке значення рН може становити до 2 годин.

Після двогодинного контакту розчинів ВМ із туфами, у воді утворювалися колоїдні часточки. Вони заважали точному визначен-

ню залишкової концентрації ВМ. Для їх осадження, необхідний об'єм досліджуваного розчину відбирали у спеціальні пробірки та поміщали до центрифуги. Вода перебувала у ній протягом 5 хвилин при 15000 об./хв. Визначення концентрацій ВМ у воді, після їх контакту із різними туфовими борошнами, здійснювали на атомному спектрофотометрі, а рН води на рН-метрі.

Результати експериментальних досліджень з поліпшення якості води сапонітовими туфами. Експериментальні дослідження показали, що після двогодинного контакту води із туфами (Mn^{2+} 0,442 мг/дм³, Ni^{2+} 0,488 мг/дм³, Pb^{2+} 0,258 мг/дм³, $pH_{поч}=6,2$) значення рН води зростало у всіх випадках. Збільшення значення рН в кожному випадку було різне. Отримані результати графічно відображено на рис. 2.

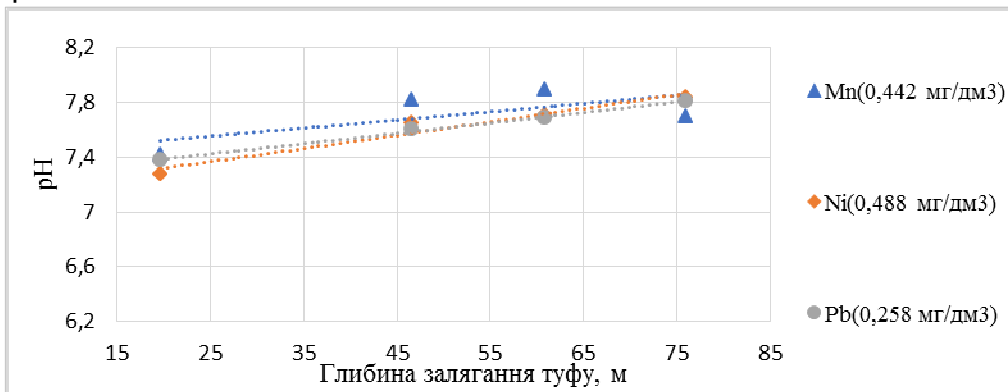


Рис. 2. Залежність зміни значення рН дистильованої води, розчиненої форми металу після їх контакту із туфами різної глибини залягання ($pH_{поч.}$ 6,2 тривалість контакту із водою 2 години)

Аналізуючи зміну рН води із концентраціями іонів ВМ, то після контакту із сапонітовим туфом, збільшення відбулось на 1,22, 1,08 та 1,18 відповідно. Зростання значення рН води, після контакту із сапоніт-анальцимовими туфами становило 1,6 для розчину із Mn^{2+} , 1,5 для розчину Ni^{2+} та 1,5 для розчину Pb^{2+} . Така різниця у зміні значення рН води пояснюється тим, що в анальцимі іоннообмінним металом є Na^+ , що може у воді підвищити значення рН вище, ніж іони, які в іоннообмінному комплексі сапоніту.

Аналогічні дослідження було проведено із такими ж туфами при (Mn^{2+} 0,894 мг/дм³; Ni^{2+} 0,905 мг/дм³; Pb^{2+} 0,718 мг/дм³, $pH_{поч.}=6,2$) і теж спостерігалось зростання значення рН. Отримані результати графічно зображено на рис. 3.

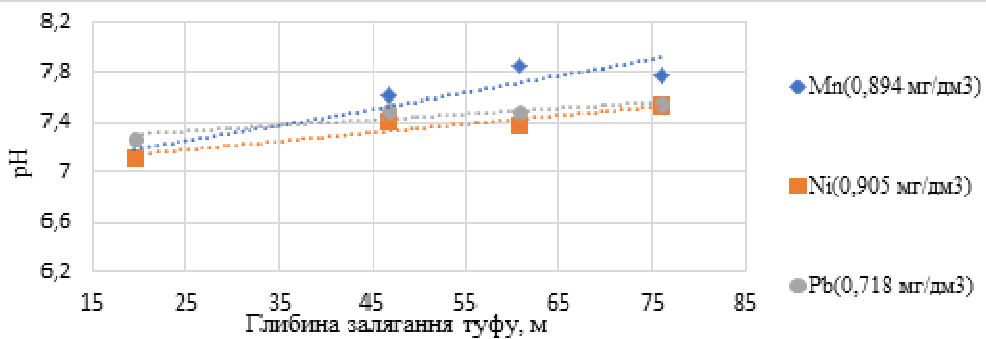


Рис. 3. Залежність зміни значення рН дистильованої води, розчинної форми металу після їх контакту із туфами різної глибини залягання (рН_{поч.} 6,2 тривалість контакту із водою 2 години)

Як видно з рис. 3, після двогодинного контакту води з ВМ і туфами зростання рН води відбулось на 0,92, 0,92 та 1,07 для Mn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} відповідних концентрацій. Результати експериментальних досліджень, що відображені на рис. 3 та рис. 4 дозволяють стверджувати, що сапонітові та сапоніт-анальцимові туфи здатні зменшувати кислотність води. В середньому значення рН води із досліджувальними ВМ меншої концентрації було збільшено на 1,16, а у воді, де концентрації ВМ були вищими, то збільшення рН в середньому відбувалося на 0,97. Отже, зменшення кислотності води за допомогою туфів залежить від початкової концентрації ВМ у ній.

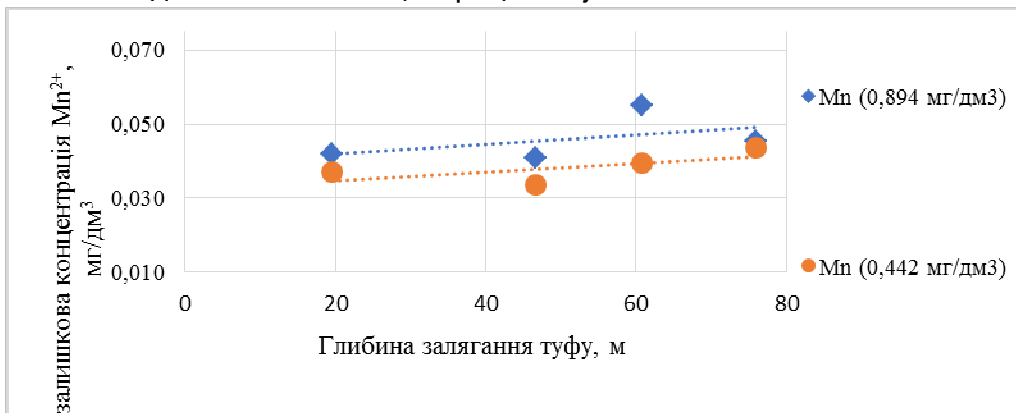


Рис. 4. Залежність ефективності вилучення іонів Mn^{2+} із дистильованої води від виду пороодоутворюючого мінералу та глибини залягання туфу (рН_{поч.} 6,2 тривалість контакту із водою 2 години)

Наступні експериментальні дослідження передбачали порівняння ефективності вилучення іонів Mn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} туфами, які відібрані із різних глибин. З рис. 4-6 видно, що іонообмінними властивостями володіють всі зразки туфів (сапонітовий та сапоніт-

анальцимові), проте їх ефективність є різною і залежить від виду ВМ, його початкової концентрації у воді. Найменшу ефективність вилучення Mn^{2+} (0,442 мг/дм³ та 0,905 мг/дм³, рН_{поч}=6,2) показав сапонітовий-анальцимовий туф (глибина 60,8-61,1 м), а найбільшу – сапонітовий (глибина 19,6-19,9 м) та сапоніт-анальцимовий туфи (глибина 46,6-46,9 м). Причиною цього, очевидно є відсотковий вміст мінералів у туфах.

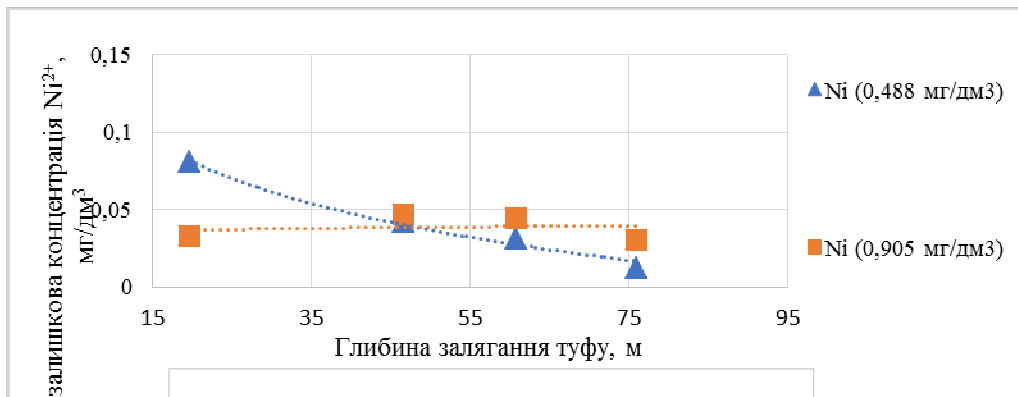


Рис. 5. Залежність ефективності вилучення іонів Ni^{2+} із дистильованої води від глибини залягання туфу (рН_{поч.} 6,2 тривалість контакту із водою 2 години)

Із результатів експериментальних досліджень, які графічно відображені на рис. 5 та 6, видно, що найменшу ефективність вилучення Ni^{2+} та Pb^{2+} показав сапонітовий туф (глибина 19,6-19,9 м), а найбільшу – сапоніт-анальцимовий (глибина 76-76,3 м).

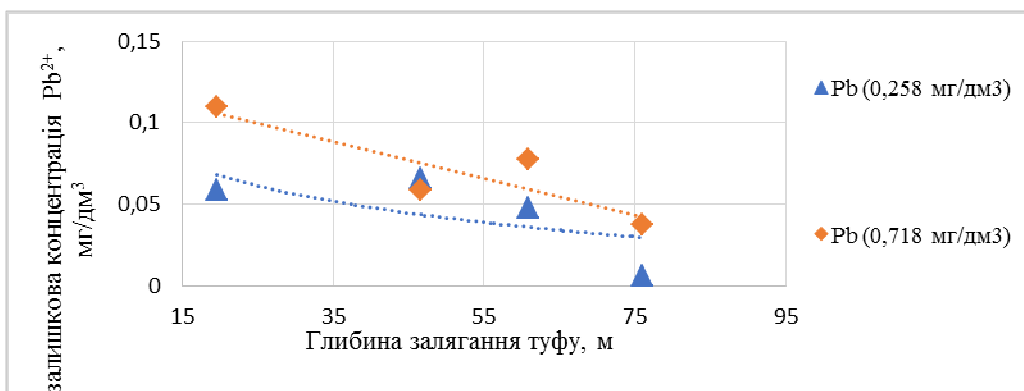


Рис. 6. Залежність ефективності вилучення іонів Pb^{2+} із дистильованої води від глибини залягання туфу (рН_{поч.} 6,2 тривалість контакту із водою 2 години)

Висновок. Проведені експериментальні дослідження щодо порівняння властивостей сапонітового та сапоніт-анальцимового туфів і можливості їхнього використання для поліпшення якості води дозволили зробити наступні висновки. Після двогодинного контакту подрібнених туфів із водою рН зростає (від 6,2 до 7,4-7,8). Таким чином, використання досліджувальних туфів в технологіях водоочиснення дозволяє зменшити кислотність води, а отже забезпечити норми ДержСанПіну за цим показником та попередити корозійні процеси у водопровідних мережах.

Експериментально підтверджено, що сапонітовий і сапоніт-анальцимові туфи здатні вилучати із води Mn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , проте в досліджуваних туфах існує вибірковість щодо цих металів. Ефективність їх вилучення залежить від їх початкової концентрації у воді, маси туфів, які використовуються для цього та відсоткового вмісту в них мінералів, що володіють іонообмінними властивостями.

1. Siwiec T., Michel M. M., Reczek L. Wpływ napowietrzania na zmianę agresywności korozyjnej wody podziemnej w stosunku do betonu i stali. *Acta Scientiarum Polonorum. Architectura*. 2016. Vol. 15, nr 1. S. 95–105.
2. Michel M. M. Odmanganianie wody podziemnej na modyfikowanym chalcedonicie, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*. Nr 4' 2009. S. 22–26.
3. Reczek L., Michel M. M., Siwiec T., Nowak P. Usuwanie manganu i niklu z wody ujmowanej w stacji wodociągowej w Seroczynie Instal. 1/2015. S. 42–44.
4. Zhang H., Tong Z., Wei T., Tang Y. Sorption characteristics of Pb(II) on alkaline Ca-bentonite, *Applied Clay Science*. 65 (2012). S. 21–23.
5. Бриндзя І. В., Грубінко В. В. Сезонна динаміка вмісту важких металів у воді колодязів на території Прикарпаття. *Біологічні системи*. 2014. Вип. 2. Т. (6). С. 197–204.
6. Погрібний В. Т., Липчук Л. В., Однороженко Л. Ф. Анальцим-сапонітові горизонти в родовищах магнієвих бентонітів Славуто-Ізяславської площі як перспективні об'єкти мінеральних сорбентів багаточільового використання. *Перший Всеукраїнський з'їзд екологів. Міжнародна науково-практична конференція* : збірник матеріалів. 2006. С. 8–12.
7. Цимбалюк В. В., Волощук А. Г., Кобаса І. М. Сорбція йонів важких металів на кислотнo-модифікованих зразках базальтового туфу. *Науковий вісник Чернівецького університету. Хімія*. Чернівці : Рута, 2011. Вип. 555. С. 84–88.
8. Мельничук В. Г., Поліщук А. М., Мельничук Г. В. Вулканічні туфи в трапах Волино-Поділля як альтернативний об'єкт для захоронення радіоактивних відходів. *Вісник НУВГП. Технічні науки* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2007. Вип. 5 (18). Ч. 1. С. 107–113.
9. Ганзюк А. Я., Яфинович Ю. О. Дослідження адсорбційних властивостей сапоніту, модифікованого катіонами багатовагентних металів. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2010. № 1. С. 230–235.
10. Косоруков П. А. Исследование минерального состава и основных характеристик сапонита Варваровского месторождения. *Энерго-*

REFERENCES:

1. Siwiec T., Michel M. M., Reczek L. Wpływ napowietrzania na zmianę agresywności korozyjnej wody podziemnej w stosunku do betonu i stali. *Acta Scientiarum Polonorum. Architectura*. 2016. Vol. 15, nr 1. S. 95–105.
2. Michel M. M. Odmanganianie wody podziemnej na modyfikowanym chalcedonicie, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*. Nr 4' 2009. S. 22–26.
3. Reczek L., Michel M. M., Siwiec T., Nowak P. Usuwanie manganu i niklu z wody ujmowanej w stacji wodociągowej w Seroczynie Instal. 1/2015. S. 42–44.
4. Zhang H., Tong Z., Wei T., Tang Y. Sorption characteristics of Pb(II) on alkaline Ca-bentonite, *Applied Clay Science*. 65 (2012). S. 21–23.
5. Bryndzia I. V., Hrubinko V. V. Sezonna dynamika vmistu vazhkykh metaliv u vodi kolodiaziv na terytorii Prykarpattia. *Biologichni systemy*. 2014. Vyp. 2. T. (6). S. 197–204.
6. Pohribnyi V. T., Lypchuk L. V., Odnorozhenko L. F. Analtsym-saponitovi horyzonty v rodovyshchakh mahniievykh bentonitiv Slavuto-lziaslavskoi ploshchi yak perspektyvni obiekty mineralnykh sorbentiv bahatotsilovoho vykorystannia. *Pershyy Vseukrainskyi zizd ekologiv. Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia : zbirnyk materialiv*. 2006. S. 8–12.
7. Tsymbaliuk V. V., Voloshchuk A. H., Kobasa I. M. Sorbtsiia yoniv vazhkykh metaliv na kyslotno-modyfikovanykh zrazkakh bazaltovoho tufu. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu. Khimiiia*. Chernivtsi : Ruta, 2011. Vyp. 555. S. 84–88.
8. Melnychuk V. H., Polishchuk A. M., Melnychuk H. V. Vulkanichni tufy v trapakh Volyno-Podillia yak alternatyvnyi ob'iekt dlia zakhoronennia radioaktyvnykh vidkhodiv. *Visnyk NUVHP. Tekhnichni nauky : zb. nauk. prats*. Rivne : NUVHP, 2007. Vyp. 5 (18). Ch. 1. S. 107–113.
9. Hanzhiuk A. Ya., Yafynovych Yu. O. Doslidzhennia adsorbtsiinykh vlastyvostei saponitu, modyfikovanoho kationamy bahativalentnykh metaliv. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*. 2010. № 1. S. 230–235.
10. Kosorukov P. A. Issledovanie mineralnogo sostava i osnovnykh kharakteristik saponita Varvarovskoho mestorozhdeniia. *Tnerhotekhnolohii i resursosberezheniia*. 2011. № 3. S. 38–42.

Рецензент: д.геол.н., професор Мельничук В. Г. (НУВГП)

Trach Yu. P., Candidate of Engineering (Ph.D.), Senior Lecturer
(National University of Water and Environmental Engineering, Rivne),
Kosinov V. P., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor
(National University of Water and Environmental Engineering, Rivne),
Melnichuk H. V., Candidate of Geological Sciences (Ph.D.), Senior Lecturer
(National University of Water and Environmental Engineering,

Rivne), **Michel M., Ph.D.** (Warsaw University of Life Sciences, Poland),
Rechek L., Ph.D. (Warsaw University of Life Sciences, Poland)

USING SAPONIT IN WATER TREATMENT TECHNOLOGY FOR DRINKING

Acidic water (pH <6,5-7) is aggressive and leads to corrosive processes in the water supply system and is not suitable for drinking needs. In the weakly acidic underground waters in recent years, high concentrations of heavy metals are recorded. This problem can be solved by using natural materials such as tuffs. They always contain aluminosilicates that have ion-exchange properties. The difference in the percentage of components that fill the tuffs can affect the properties in terms of its use in water purification technologies. The possibility of using saponite and saponite-analcemous tuffs, which was selected in Radoshivka village of Khmelnytsky region, was investigated to reduce the acidity of groundwater and removal Mn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} . Experimentally confirmed the advantage of using saponite-analcemic tuffs before saponite to solve the problem of improving water quality.

Keywords: saponite, analcime, tuff, water, heavy metals.

Трач Ю. П., к.т.н., ст. преподаватель (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), **Косинов В. П., к.т.н., доцент** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), **Мельничук Г. В., к.геол.н., ст. преподаватель** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), **Михель М., доктор инженерии** (Варшавский университет естественных наук, Республика Польша), **Речек Л., доктор инженерии** (Варшавский университет естественных наук, Республика Польша)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПОНИТОВЫХ ТУФОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ПИТЬЕВЫХ ЦЕЛЕЙ

Кислая вода (pH<6,5-7) является агрессивной и способствует развитию коррозионных процессов в системе водоснабжения. Кроме того, она не может быть использована для питьевых нужд. В слабокислых подземных водах в последние годы фиксируют повышенные концентрации тяжелых металлов. Подземная вода с такими характеристиками не пригодна для питьевых нужд. Проблема

может быть решена путем использования природных материалов, таких как туфы. Они всегда содержат алюмосиликаты, обладающие ионообменными свойствами. Разница процентного содержания компонентов, которые наполняют туф, могут влиять на их свойства с точки зрения возможностей применения в технологиях водоочистки. Исследована возможность использования сапонитовых и сапонит-анальцимовых туфов, которые были отобраны в с. Радошивка Хмельницкой области для снижения кислотности подземных вод и извлечения из них ионов Mn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} . Экспериментально подтверждено преимущество использования сапонит-анальцимовых туфов перед сапонитовыми для решения проблемы улучшения качества воды.

***Ключевые слова:* сапонит, анальцим, туф, вода, тяжёлые металлы.**
