

АКТИВІЗАЦІЯ КАРСТОПРОВАЛЬНИХ ЯВИЩ У МЕЖАХ ГІРНИЧОГО ВІДВОДУ РУДНИКА № 2, ЇЇ ВПЛИВ НА СТАН ІНФРАСТРУКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА УМОВИ ПРОЖИВАННЯ МЕШКАНЦІВ

Остап Івасівка¹, Зенон Хевпа², Василь Дяків³

¹Дрогобицький науковий ліцей імені Богдана Лепкого,
вул. Б. Лепкого, 19, Дрогобич, Україна, 82100
e-mail: ivasivka123@gmail.com

²Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища
Національної академії наук»,
просп. Академіка Палладіна, 34а, Київ, Україна, 03680
e-mail: zenonzxv@gmail.com

³Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005
e-mail: dyakivw@yahoo.com

У статті проаналізовано сучасний стан гірничого масиву, охарактеризовано карстологічну ситуацію, оцінено зміни геологічного середовища в межах Стебницького родовища калійних солей на ділянці зони впливу карстопровальних явищ аварійного рудника № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал» на стан інфраструктурних об'єктів та умови проживання мешканців села Солець Дрогобицької ОТГ у період 2017–2020 рр. Установлено, що після повного затоплення рудника № 2 техногенно-активізований соляний карст у зоні впливу гірничих виробок, який тривав із жовтня 1978 р. до вересня 2020 р., повністю припинився, рух підземних вод по соляних породах, що викликало їх розчинення й обвалювання, вже більше ніж два роки не відбувається. Сьогодні утворені у 2017 р. та 2020 р. великі карстові провали № 27 і № 30 заповнюються водою, на їх місці формуються карстові озера. При цьому схили провалів деформовані численними напівкруглими тріщинами та зсувними лусками. У періоди інтенсивних опадів по тріщинах може активізуватися суфозійні явища з утворенням невеликих сателітних карстово-суфозійних провалів. З інфраструктурних об'єктів найбільш проявлені деформації викликані карстопровальними явищами для автодороги Львів-Трускавець. Тут зафіксовано понад 20 тріщин довжиною від 1 до 7 м та різної амплітуди зміщення від 1 до 7 см. Спостережувані тріщини в дорожньому полотні не становлять загрози для руху автотранспорту. У селі Солець виявлені будівлі, у яких є тріщини, зокрема на вул. Уляни Кравченко їх зафіксовано на стелі й стінах будинків місцевих мешканців. Водночас тріщини в більшості будинків відсутні. Тому говорити про зв'язок цих тріщин із карстопровальними явищами немає достатніх підстав. За результатом опитування 50 місцевих мешканців, з'ясовано, що більшість будівель не постраждало від карстопровальних процесів, але більшість опитаних досить занепокоєні ймовірними негативними наслідками.

Ключові слова: соляний карст, Стебницьке родовище калійних руд, геологічне середовище, техногенна активізація, тріщини, об'єкти інфраструктури, умови проживання мешканців.

Одними з найбільш відомих подій 2017–2020 рр. у Дрогобицькій об'єднаній територіальній громаді були два великі провали в межах гірничого відводу рудника

№ 2 Стебницького ГХП «Полімінерал». Тут 30 вересня 2023 р. та 15 березня 2020 р. утворилися два великі карстові провали, що мали значний відгук у суспільстві, зокрема місцеві мешканці села Солець, одного з передмість м. Стебника Дрогобицької ОТГ, поряд із територією гірничого відводу рудника № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал», неодноразово протестували, перекидали автомобільну дорогу, вимагали вжити рішучих заходів для забезпечення безпеки проживання.

Причиною цього було те, що о 0 годин 46 хвилин 30 вересня 2017 р. утворився провал № 27 із діаметром на денній поверхні 220–230 м і глибиною 45–47 м, який супроводжувався техногенним землетрусом. У будинках багатьох мешканців відчувалися підземні поштовхи, за неперевіреними повідомленнями, й утворилися тріщини. Хоч і без техногенного землетрусу, але менш резонансним було й утворення провалу № 30 15 березня 2020 р. із діаметром на денній поверхні 160–165 м і глибиною 42–45 м, який супроводжувався обвалами та великими тріщинами на поверхні.

Біля села Солець прокладена низка інфраструктурних об'єктів, на які мали вплив ці карстопровальні явища. Так, ділянку автодороги Т-14-13 Львів-Трускавець довжиною 1,5 км дорожні служби перекидали за рішенням комісії з техногенно-екологічної безпеки через розташування над закарстованим масивом. За даними комунальних служб, траса водогону Гірне-Дрогобич, що забезпечує місто Стебник, Трускавець і Дрогобич питною водою, прокладена в зоні потенційного ризику провалоутворення. Тут же проходять дві високовольтні ЛЕП 220 кВ і ЛЕП 110 кВ, які так само можуть постраждати, оскільки в зоні впливу рудника № 3 можуть відбуватися деформації земної поверхні.

У зв'язку з цим дуже важливим є оцінити стан інфраструктурних об'єктів, провести опитування мешканців села Солець щодо впливу реальних і вигаданих загроз карстопровальних явищ на умови їхнього проживання. Тому для вивчення умов розвитку карсту та його віддалених наслідків проведено комплексні дослідження з оцінювання впливу карстопровальних явищ у зоні впливу рудника № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал» на стан інфраструктурних об'єктів та умови проживання мешканців села Солець Дрогобицької ОТГ, що визначає актуальність проведених досліджень.

Основною проблемою досліджуваної території є наявність гірничих виробок рудника № 2 у затопленому стані, великі карстові провали, наслідки для геологічного середовища й інфраструктурних об'єктів у вигляді тріщин і ризику активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів після повного затоплення копальні. Яким чином усі ці чинники впливають на умови проживання, роль яких гіперболізована, а яких недооцінена, зроблено спробу з'ясувати в роботі.

Методичним аспектам моделювання, геодинамічним процесам на соляних родовищах, насамперед соляному карсту в межах Стебницького родовища, процесам формування насичених соляних розчинів присвячено публікації В.О. Дяківа, А.М. Гайдіна, З.З. Хевпи, І.В. Чікової, І.І. Зозулі, П.М. Білоніжки [1–7].

Мета статті – оцінювання закарстованості й стану гірничого масиву затопленого рудника № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал» за результатами експериментального та матеріально-балансового моделювання.

Стебницьке родовище полімінеральних калійних руд сульфатного типу є найбільш серед розвіданих родовищ України. Родовище працювало із середини ХІХ століття, до кінця другої половини ХХ століття видобуток досяг 4 млн. т на рік. Запаси родовища експлуатувало Стебницьке державне гірничо-хімічне підприємство «Полімінерал» у процесі розробки покладів двома рудниками: № 1 потужністю до 1 млн т на рік і № 2 потужністю до 3 млн т на рік (рис. 1).

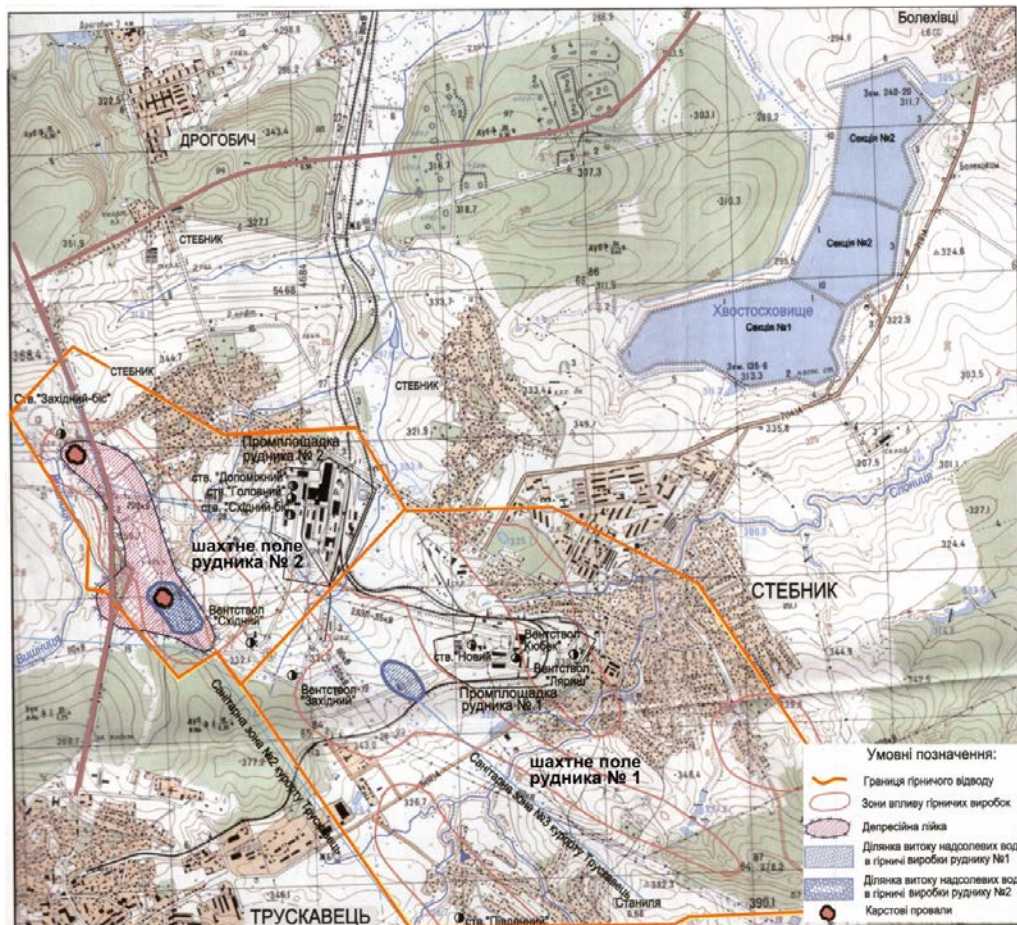


Рис. 1. Межі гірничих відводів, розташування промплощадок і стволів рудників № 1 і № 2, хвостосховища Стебницького ГХП «Полімінерал», ділянок водопритоків, депресійних лінійок і карстових провалів стосовно житлової забудови населених пунктів

До основних об'єктів технологічного підприємства входили збагачувальна фабрика та хвостосховище. Складні гідрологічні й гірничо-геологічні умови родовища зумовили водопритоків в рудниках, які або вдавалося локалізувати, або призводили до формування депресійних лінійок та активізації карсту.

В основі геологічної будови залягають соленосні відклади воротищівської свити, які поділяють на нижню, середню й верхню свити. Відклади нижньоворотищівської свити становлять ядра антиклінальних складок, є фаціальними аналогами поляницької свити – засоленими та загіпсованими пісковиками, алевролітами, аргілітами, виділяються з появою в розрізі прошарків кам'яної солі та гіпсу. У верхах нижньоворотищівської свити з'являється пісковико-аргілітові брекчії з галітовим цементом. Загальна потужність нижньоворотищівської свити не перевищує 300–400 м.

Середньоворотищівська (загорська) свита (N_1 г.) складена піщаними пачками, що розділені потужною товщею соленосної, переважно пісковистої брекчії.

Відклади загорської підсвити значно поширюються й мають крила складок. У типовому вигляді відклади представлені філітовими пісковиками й товщею екзотичних конгломератів, іноді перешаруванням сірих глин, аргілітів, пісковиків із філітами солених брекчій. Конгломерати складені гострими, майже не обкатаними та переважно невідсортованими уламками різної орієнтації, здебільшого зеленими й темно-червоними філітами. Цемент конгломератів піщано-глинистий, іноді глинисто-галітовий. Потужність відкладів Загорської свити на Стебницькому родовищі досягає 450 м. Верхньоворотищівська свита є основною калієносною товщею, з її відкладами пов'язані запаси калійних солей Стебницького родовища (рис. 2).

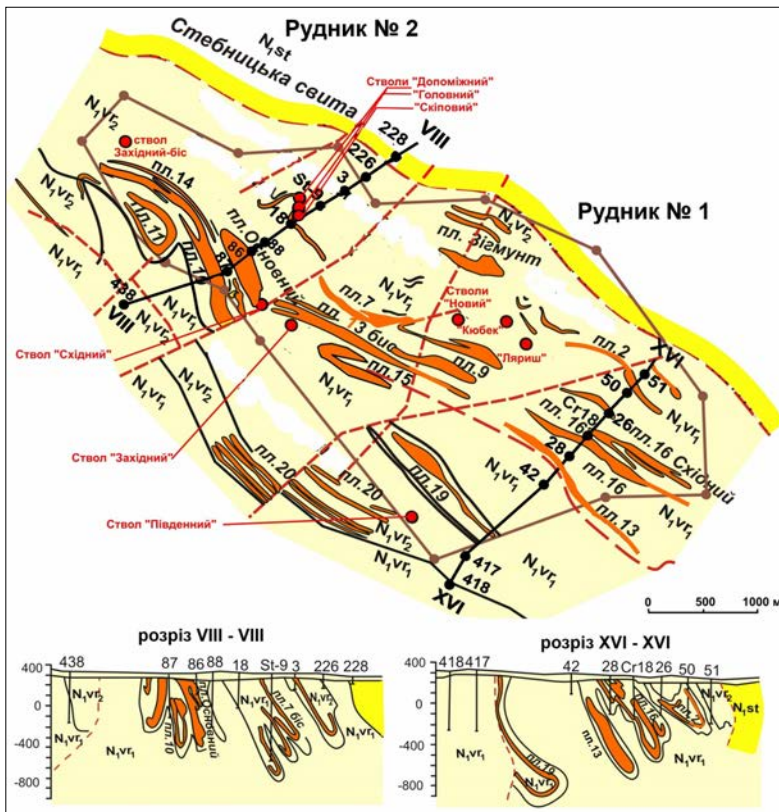


Рис. 2. Схематична геологічна карта й розрізи Стебницького родовища з просторовим розташуванням пластів калійно-магнієвих солей (автор Ю.Е. Кудрявцев, 1985 р.)

Відклади представлені товщею солених брекчій і глин, що вміщують пласти й лінзи кам'яних і калійних солей, пачки засолених алевролітів і пісковиків. Поклади калійних солей зім'яті в складки з локальними тектонічними розривними порушеннями та виділяються у вигляді 20 розвіданих пластів. Пласти складені полімінеральними хлоридно-сульфатними солями. Основними породоутворюючими мінералами є галіт, каїніт, лангбейніт, сильвін, полігаліт, кізерит, шеніт, епсоміт, а також глинистий алеврито-піщаний нерозчинний залишок. Потужність верхньоворотищівської свити досягає 1000 м (В.О. Дяків).

Будівництво шахтних стовбурів, проходження видобувних виробок на Стебницькому родовищі відбувалося в дуже складних гідрогеологічних умовах, із постійною небезпекою зустріти водопритоки різної природи. Це ми можемо побачити в роботі

А.Н. Андреїчева, де Стебницьке родовище зараховано до класу Б з обводненим контактом соляних і покривних порід і до 4 групи – родовищ калійних солей із досить складними гідрогеологічними та гірничо-технічними умовами, де відклади надсолевих товщ, як правило, розірвані, зміщені, сильно обводнені. Атмосферні опади й води четвертинних відкладів у техногенно-непорушених умовах просочуються в гіпсово-глинисту шапку (далі – ГГШ) у напрямку, близькому до вертикального. У процесі руху в результаті переведення солей у нижній частині ГГШ призводить до збільшення мінералізації, досягнувши найбільших значень на соляному дзеркалі. Після досягнення соляного дзеркала, яке є абсолютним водотривом, вертикальний рух зупиняється, води стають застійними, а їх рух у горизонтальному напрямку утруднений наявністю слабо проникних ділянок, а розвантаження може з'явитися тільки в умовах наявності нижчезалігаючого базису дренажу.

Також в умовах відкачування розсолів і закачування прісних вод активно розвивається соляний карст. Об'єм порожнин у вилугуваних породах становив близько 150000 м³ і близько 2 млн м³ розсолів із луговень, за рахунок яких утворилося близько 300 тис. м³ виробленого простору на пласті кам'яних солей «Підлужний».

Великий об'єм вилугуваних порожнин і мала потужність ГГШ під руслом річки Солониці призвели в листопаді 1924 р. до прориву річкових вод у зону соляного дзеркала й утворення карстових лійок на денній поверхні.

Через збільшення водопритоку на поверхні щороку з'являлися нові карстові провали – загалом 31.

Сучасний стан карстових провалів № 27 і № 30, тріщин і деформацій навколо них. 0 годин 46 хвилин 30 вересня 2017 р. на пласті № 10 Пд.-Сх. рудника № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал» у районі камер № 108–113 стався провал із діаметром на денній поверхні 220–230 м і глибиною 45–47 м – карстовий провал № 27 (рис. 3).



Рис. 3. Провал № 27 на пласті № 10 Пд.-Сх. рудника № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал» у районі камер № 108–113, який стався 0 год. 46 хвилин 30 вересня 2017 р. (угорі) (світліни В.О. Дяківа) і карстове озеро на місці цього провалу станом на березень 2023 р.

Унаслідок провалу виведено з ладу дві опори ЛЕП 35 кВ, припинене електропостачання міста Трускавця було відновлене по резервній схемі, а його наслідком став техногенний землетрус.

15 березня 2020 р., близько 11.00, у районі камер 102–104 на відстані 70 м у напрямку на північ від провалу № 27, який стався 30 вересня 2017 р., утворився новий карстовий провал № 30 із діаметром близько 130–150 м і з дуже крутими, майже вертикальними бортами, які постійно обвалювалися (рис. 4).



Рис. 4. Провал № 30 на пласті № 10 Пд.-Сх. рудника № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал» у районі камер № 102–104, який стався близько 11 год. 00 хв. 15 березня 2020 р. (угорі) (світлина В.О. Дяківа) і карстове озеро на місці цього провалу станом на 2023 р. (унизу)

Під час польового обстеження територій навколо провалів задокументовано численні тріщини навколо провалів № 27 і № 30, які свідчать про порушення стійкості геологічного середовища (рис. 5).

По тріщинах у карстові провали стікають дощові води. При цьому відбувається їх дренавання в четвертинний водоносний горизонт із вимиванням тонко дисперсних частинок ґрунту, що сприяє процесам суфозії.

Сучасний стан дорожнього полотна старої та нової (об'їзної) дороги Львів-Трускавець, поблизу села Солець, тріщин і деформацій у їх дорожньому полотні. Унаслідок обвалу 30 вересня 2017 р. на дорозі, яка з'єднує Львів-Трускавець, утворилися низка тріщин у дорожньому покритті (рис. 6).



Рис. 5. Тріщини навколо провалів № 27 і № 30 із їх локалізацією на космознімку Google Earth Pro



Рис. 6. Тріщини в дорожньому полотні дороги Львів-Трускавець, пов'язані з карстопровальними явищами

Тріщини добре спостерігають від готелю «Візит» до села Солець. Найкраще їх видно після дощу на мокрому асфальті. Тріщини є повздовж і впоперек дороги, характеризуються різною довжиною – від 1 до 7 м та різної амплітуди зміщення – від 1 до 7 см. Причиною деформації дорожнього покриття є карстопровальні явища, які мали місце до завершення затоплення рудника № 2. За допомогою світлин ми можемо розглянути тріщини, які утворилися внаслідок активізації карстопровальних явищ. Спостережувані тріщини в дорожньому полотні не становлять загрози для руху автотранспорту.

Найбільша щільність тріщин зафіксована на ділянці під ЛЕП 110 кВ і ЛЕП 220 кВ. Загалом нараховано більше ніж 20 тріщин.

Тріщини в дорожньому полотні були однією з причин обмеження руху на цій ділянці дороги.

Стан будівель і споруд села Солець. Карстопровальні явища, техногенний землетрус 30 вересня 2017 р., імовірно, призвели до утворення тріщин у будинках мешканців села Солець. Під час їх обстеження виявлено будівлі, зокрема, на вул. Уляни Кравченко, у яких є тріщини на стелі та стінах (зафіксовані тріщини показано на рис. 7).



Рис. 7. Тріщини на стелі і стінах будинків мешканців вул. Уляни Кравченко в села Солець (власні світлини)

Водночас тріщини в більшості будинків відсутні. Тому говорити про зв'язок цих тріщин із карстопровальними явищами немає достатніх підстав. Про це свідчать результати опитування. На питання «Чи зафіксували Ви тріщини на стінах і стелі Вашого будинку та яка причина їх утворення?» місцеві мешканці мали можливість вибрати такі відповіді: А) тріщин немає; Б) тріщини були ще до землетрусу 30 вересня 2017 р.; В) тріщини з'явилися після землетрусу 30 вересня 2017 р.; Г) тріщини в будинку є, але не знаю причини їх появи. Результати опитування показані на рис. 8.

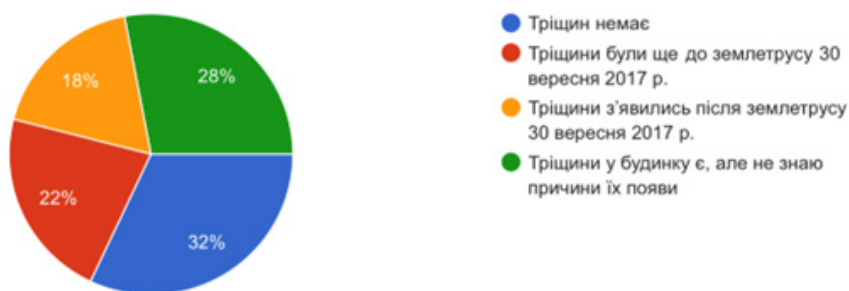


Рис. 8. Результати опитування мешканців села Солець

Як видно з результатів опитування, у більшості будинках тріщин немає (32%), проте в деяких будинках є тріщини невідомого походження (28%), а також тріщини були ще до землетрусу 30 вересня 2017 р. (22%), лише у 18% тріщини з'явилися після 30 вересня 2017 р. Насправді, і щодо останньої цифри є сумніви, неможливо встановити причину їх появи. Найбільш постраждали будинки, які знаходилися близько до епіцентру провалля.

Техногенний землетрус 30 вересня 2017 р. внаслідок утворення карстового провалу № 27, свідчення його проявлення в споминах мешканців села Солець і результати їх опитування щодо впливу карстопровальних явищ на умови проживання.

Щоб оцінити вплив карстопровальних явищ у зоні впливу рудника № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал» на стан автодороги Львів-Трускавець, як нової, так і старої, а також умови проживання мешканців села Солець Дрогобицької ОТГ, їх зв'язок із карстопровальними явищами під час опитування, поставлені такі питання. На питання «Чи відчували ви техногенний землетрус 30 вересня 2017 р.?» місцеві мешканці мали можливість вибрати такі відповіді: А) не відчував; Б) чув тремтіння скла на вікнах; В) спостерігав рух меблів і предметів; Г) відчував коливання Землі; Д) бачив, як утворюються тріщини. Результати опитування показано на рис. 9.

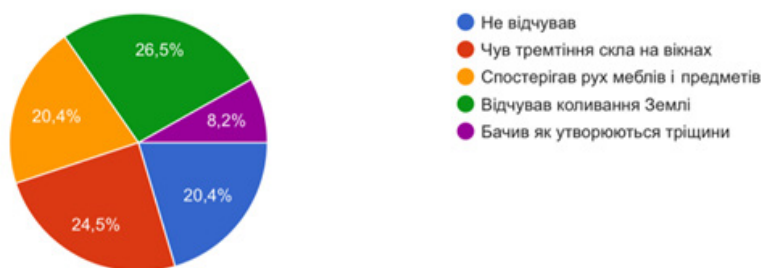


Рис. 9. Відповіді мешканців села Солець на питання «Чи відчували ви техногенний землетрус 30 вересня 2017 р.?»

Згідно з результатами опитування, більшість респондентів відчували техногенний землетрус: 24,5% чули тремтіння скла на вікнах; 20,4% спостерігали рух меблів і предметів; 26,5% відчували коливання Землі, а 8,2% навіть бачили, як утворюються тріщини.

Вони це згадують по-різному. Одна жителька села Солець зазначила: «Я із сином робила уроки, аж раптом стіл почав рухатися. Цей землетрус не лише налякав нас, а й утворив численні тріщини в моєму будинку».

Інша жителька говорить: «Я вночі прокинулася від поштовхів ліжка, відразу не зрозуміла, що трапилося, аж зранку зрозуміла, що ці поштовхи були зумовлені утворенням провалля».

Зі слів іншого мешканця села Солець: «Я прокинувся від того, що у вікні було видно яскраве світло, яке відходило з електростовпа». Очевидно, цей мешканець бачив, як руйнується ЛЕП 35 кВ.

На питання «Чи становлять небезпеку два великі провали біля села Солець, які утворилися у 2017 р. та 2020 р.?» місцеві мешканці мали можливість вибрати такі відповіді: А) не становлять загрози, на них утворюються озера, які стануть місцями відпочинку; Б) становлять незначну загрозу зсувів і сателітних провалів; В) становлять значну загрозу для тих, хто там перебуває: тут може статися раптовий провал, що загрожує життю і здоров'ю; Г) загрожує регіональною екологічною катастрофою та утворенням нового великого провалу. Результати опитування показано на рис. 10.

Як видно з результатів опитування, більшість, понад 90%, занепокоєні ситуацією з карстопровальними явищами: 24% вважають, що карстопровальні явища становлять значну загрозу зсувів і сателітних провалів; 42% переконані, що карстопровальні явища становлять значну загрозу для тих, хто там перебуває: тут може статися раптовий провал, що загрожує життю і здоров'ю; 25% вважають, що карстопровальні явища загрожують регіональною екологічною катастрофою й утворенням нового великого провалу, лише 8% наголосили, що мешканцям нічого не загрожує, на місці карстових провалів утворюються озера, які стануть місцями відпочинку.



Рис. 10. Відповіді мешканців села Солець на питання «Чи становлять небезпеку два великі провали біля села Солець, які утворилися у 2017 р. та 2020 р.?»

На питання «На Ваш погляд, на скільки загрозовими для безпеки експлуатації старої автодороги Трускавець-Львів є тріщини в дорожньому полотні?» місцеві мешканці мали можливість вибрати такі відповіді: А) не становлять загрози; Б) становлять загрозу деформацій, після яких дорога може стати не проїзною, тому потребує ремонту; В) тріщини вказують на те, що на дорозі в будь-який момент може статися провал і по ній треба негайно заборонити рух автомобілів. Результати опитування показано на рис. 11.

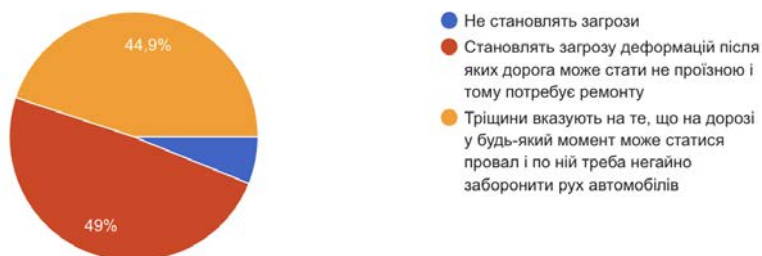


Рис. 11. Відповіді мешканців села Солець на питання «На Ваш погляд, на скільки загрозовими для безпеки експлуатації старої автодороги Трускавець-Львів є тріщини в дорожньому полотні?»

Як випливає з результатів опитування, більшість, понад 90%, занепокоєні ситуацією з тріщинами в дорожньому полотні старої автодороги Трускавець-Львів: 44,9% вважають, що тріщини вказують на те, що на дорозі в будь-який момент може статися провал, тому по ній треба негайно заборонити рух автомобілів; 49% переконані, що тріщини в дорожньому полотні становлять загрозу деформацій, після яких дорога може стати не проїзною, тому потребує ремонту, лише 6,1% зазначили, що небезпеки немає.

На питання «Яка дорога більш безпечна для доїзду із села Солець до Трускавця – наявна стара дорога чи недобудована у 2021 р. нова об'їзна дорога?» місцеві мешканці мали можливість вибрати такі відповіді: А) більш безпечною є наявна стара дорога; Б) більш безпечною буде недобудована у 2021 р. нова об'їзна дорога; В) обидві дороги є безпечні; Г) обидві дороги є небезпечні. Результати опитування показані на рис. 12.

Як видно з результатів опитування, більшість, а саме 80%, занепокоєні ситуацією із закарстованістю старої та нової автодоріг Трускавець-Львів: 6% вважає, що більш безпечною є наявна стара дорога; 34% переконані, що більш безпечною буде недобудована у 2021 р. нова об'їзна дорога; 40% зазначає, що обидві дороги є небезпечні, лише 20% вважають, що небезпеки проїзду по двох автодорогах немає.

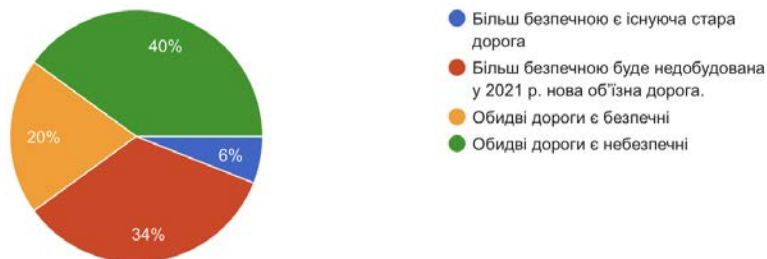


Рис. 12. Відповіді мешканців села Солець на питання «Яка дорога більш безпечна для доїзду із села Солець до Трускавця – наявна стара дорога чи недобудована у 2021 р. нова об'їзна дорога?»

На питання «Чи брали Ви участь в акціях протесту у зв'язку з провалами біля села Солець і вимогами до влади вжити рішучих заходів?» місцеві мешканці мали можливість вибрати такі відповіді: А) не брав, бо не підтримував протестувальників; Б) не брав, але підтримував вимоги протестувальників; В) підписував звернення до влади з вимогою вжити рішучих заходів; Г) брав активну участь в акціях протесту. Результати опитування показано на рис. 13.

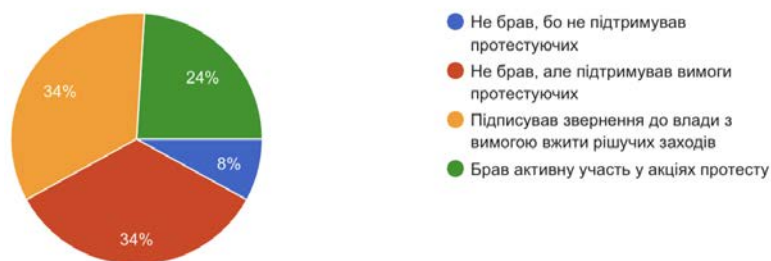


Рис. 13. Відповіді мешканців села Солець на питання «Чи брали Ви участь у акціях протесту у зв'язку з провалами біля села Солець і вимогами до влади вжити рішучих заходів?»

Як впливає з результатів опитування, більшість, понад 90%, занепокоєні ситуацією з карстопровальними явищами й активно чи опосередковано протестували проти ситуації, що склалася в селі Солець: 34% – не брали, але підтримували вимоги протестувальників; так само 34% підписували звернення до влади з вимогою вжити рішучих заходів, 24% брали активну участь в акціях протесту, лише 8% мешканців не брали участі в акціях протесту, бо не підтримували протестувальників.

Отже, за результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Після повного затоплення рудника № 2 техногенно-активізований соляний карст у зоні впливу гірничих виробок, який тривав із жовтня 1978 р. до вересня 2020 р., повністю припинився, руху підземних вод по соляних породах уже більше ніж два роки не відбувається, що викликало їх розчинення й обвалювання.

2. Сьогодні утворені у 2017 р. та 2020 р. великі карстові провали № 27 і № 30 заповнюються водою, на їх місці формуються кастові озера. При цьому схили провалів деформовані численними напівкруглими тріщинами та зсувними лусками. У періоди інтенсивних опадів по тріщинах можуть активізуватися суфозійні явища з утворенням невеликих сателітних карстово-суфозійних провалів.

3. З інфраструктурних об'єктів найбільш проявлені деформації викликані карстопровальними явищами для автодороги Львів-Трускавець. Тут зафіксовано понад

20 тріщин довжиною від 1 до 7 м і різної амплітуди зміщення від 1 до 7 см. Спостережувані тріщини в дорожньому полотні не становлять загрози для руху автотранспорту.

4. У селі Солець виявлено будівлі, у яких є тріщини, зокрема на вул. Уляни Кравченко ми їх зафіксували на стелі і стінах будинків місцевих мешканців. Водночас тріщини в більшості будинків відсутні. Тому говорити про зв'язок цих тріщин із карстопровальними явищами немає достатніх підстав.

5. Згідно з результатами проведеного опитування, більшість будівель не постраждало від карстопровальних процесів, але мешканці досить занепокоєні ймовірними негативними наслідками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дяків В. Експериментальне моделювання дезінтеграції галопелітових мінеральних асоціацій при затопленні рудника № 2 Стебницького ДГХП «Полімінерал». *Вісник Волинського університету*. 2007. Вип. 2. Ч. 2. С. 285–291.
2. Дяків В. Експериментальне моделювання кінетики розчинення (дезінтеграції) галопелітових мінеральних асоціацій в агресивній ропі з рудника № 2 Стебницького калійного родовища. *Мінералогічний збірник Львівського університету*. 2007. № 57. Вип. 2. С. 110–121.
3. Гайдін А.М., Дяків В.О. Геодинамічні процеси на соляних родовищах. *Форум гірників-2010* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 21–23 жовтня 2010 р. Дніпропетровськ, 2010. С. 23–41.
4. Гайдін А.М., Дяків В.О., Чікова І.В. Деформації земної поверхні в зоні діяльності калійних рудників у Стебнику. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2014. № 2 (10). С. 112–119.
5. Гайдін А.М., Дяків В.О., Зозуля І.І. Розсоли в затоплених калійних рудниках Передкарпаття. *Хімічна промисловість України*. 2012. № 3 (110). С. 32–38.
6. Дяків В.О., Драновська А.В., Хевпа З.З. Провал 30 вересня 2017 р. над рудником № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал»: причини, наслідки та сучасний стан (за результатами матеріально-балансового моделювання та моніторингових спостережень). *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : у 2 т. : матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. (8–12 жовтня 2018 р., м. Трускавець). Київ, 2018. Т. 2. С. 103–115.
7. Білоніжка П., Дяків В. Стебницьке родовище калійних солей: розроблення, відходи збагачення руд, проблеми охорони довкілля. *Праці наукового товариства ім. Шевченка* : геологічний збірник. Львів, 2012. Т. ХОХ. С. 199–209.
8. Дяків В., Хевпа З. Оцінка закарстованості та стану гірничого масиву затопленого рудника № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал» за результатами експериментального та матеріально-балансового моделювання. *Вісник Львівського університету. Серія «Геологія»*. 2021. Вип. 35. С. 72–90.
9. Дяків В., Хевпа З. Карстово-суфозійне провалоутворення в межах Стебницького родовища калійних руд після повного затоплення рудника № 2 та утворення провалу № 31 у дорожньому полотні новозбудованої об'їзної дороги: причини, прогнозування та наслідки. *Проблеми геології України* : збірник наукових праць за матеріалами XIII Всеукраїнської наукової конференції (3–5 жовтня 2022 р.). Львів, 2022. С. 74–78.

REFERENCES

1. Dyakiv V. Eksperymentalne modeliuвання dezintehratsii halopelitovykh mineralnykh asotsiatsii pry zatoplenni rudnyka № 2 Stebnytskoho DHKhP «Polimineral» [Experimental modeling of the disintegration of halopelitic mineral assemblages during the flooding of mine No. 2 of the Stebnytskyi Polymineral mine]. *Visnyk Volyn university*. 2007. Vol. 2. Part 2. P. 285–291.

2. Dyakiv V. Eksperymentalne modeliuvannia kinetyky rozchynennia (dezintehratsii) ha-lopelitovykh mineralnykh asotsiatsii v ahresyvni ropi z rudnyka № 2 Stebnytskoho kaliinoho rodovyshcha [Experimental modeling of dissolution (disintegration) kinetics of halopelitic mineral assemblages in aggressive oil from mine No. 2 of the Stebnytsky potash deposit]. *Mineralogical collection Lviv university*. 2007. No. 57. Vol. 2. P.110–121.
3. Haydin A.M., Dyakiv V.O. Heodynamichni protsesy na solianyx rodovyshchakh [Geodynamic processes on salt deposits]. *Materials of the International science and practice conf. «Miners' Forum-2010» October 21–23, 2010*. Dnipropetrovsk, 2010. P. 23–41.
4. Haydin A.M., Dyakiv V.O., Chikova I.V. Deformatsii zemnoi poverkhni v zoni diialnosti kaliinykh rudnykiv u Stebnyku [Deformations of the earth's surface in the area of potash mines in Stebnik]. *Environmental safety and balanced resource use*. 2014. No. 2 (10). С. 112–119.
5. Haydin A.M., Dyakiv V.O., Zozulya I.I. Rozsoly v zatoplenykh kaliinykh rudnykakh Peredkarpattia [Brine in flooded potash mines of Precarpathia]. *Chemical industry of Ukraine*. 2012. No. 3 (110). С. 32–38.
6. Dyakiv V.O., Dranovska A.V., Khevpa Z.Z. Proval 30 veresnia 2017 r. nad rudnykom № 2 Stebnytskoho HKhP «Polimineral»: prychny, naslidky ta suchasnyi stan (za rezultatamy materialno-balansovoho modeliuvannia ta monitorynhovykh sposterezhen) [Failure on September 30, 2017 at mine No. 2 of the Stebnytskyi MCF «Polymineal»: causes, consequences and current state (according to the results of material balance modeling and monitoring observations)]. *Materials V International. science and practice conf. «Subsoil use in Ukraine. Investment prospects»: in 2 volumes – Volume 2 (October 8–12, 2018, Truskavets)*. Kyiv, 2018. P. 103–115.
7. Bilonizhka P., Dyakiv V. Stebnytske rodovyshche kaliinykh solei: rozroblennia, vidkhody zbahachennia rud, problemy okhorony dovkillia [Stebnytske deposit of potash salts: development, ore beneficiation waste, problems of environmental protection]. *Proceedings of the Scientific Society named after Shevchenko. T. HOKH, Geological collection*. Lviv, 2012. P. 199–209.
8. Dyakiv V., Khevpa Z. Otsinka zakarstovanosti ta stanu hirnychoho masyvu zatoplenoho rudnyka № 2 Stebnytskoho HKhP «Polimineral» za rezultatamy eksperymentalnoho ta materialno-balansovoho modeliuvannia [Assessment of the karstness and condition of the mining massif of the flooded mine No. 2 of Stebnytskyi HPP «Polymineal» based on the results of experimental and material balance modeling]. *Visnyk of Lviv University. Series geol.* 2021. Issue 35. P. 72–90.
9. Dyakiv V., Khevpa Z. Karstovo-sufoziine provaloutvorennia v mezhakh Stebnytskoho rodovyscha kaliinykh rud pislia povnoho zatoplennia rudnyka № 2 ta utvorennia provalu № 31 u dorozhnomu polotni novozbudovanoi obiznoi dorohy: prychny, prohnozuvannia ta naslidky [Karst-suphosian sinkhole formation within the Stebnytsky deposit of potash ores after the complete flooding of mine No. 2 and the formation of sinkhole No. 31 in the road surface of the newly constructed bypass road: causes, forecasting, and consequences]. *A collection of scientific works based on the materials of the XIII All-Ukrainian Scientific Conference «Problems of the Geology of Ukraine». October 3–5, 2022*. Lviv. 2022. P. 74–78.

ACTIVATION OF KARST-FALL PHENOMENA WITHIN THE MINING DISTRICT OF MINE № 2 AND ITS IMPACT ON THE STATE OF INFRASTRUCTURE FACILITIES AND LIVING CONDITIONS OF RESIDENTS

Ostap Ivasivka¹, Zenon Hevpa², Vasyl Dyakiv³

*¹Drohobych Scientific Lyceum named after Bohdan Lepky,
B. Lepkogo Str., 19, Drohobych, Ukraine, 82100
e-mail: ivasivka123@gmail.com*

*²State Institution “The Institute of Environmental Geochemistry
of National Academy of Sciences of Ukraine”,
Academician Palladin Ave., 34A, Kyiv, Ukraine, 02000
e-mail: zenonzxv@gmail.com*

*³Ivan Franko National University of Lviv,
Hrushevsky Str., 4, Lviv, Ukraine, 79005
e-mail: dyakivw@yahoo.com*

An analysis of the current state of the mining massif was carried out, the karstological situation was characterized, an assessment of the changes in the geological environment within the Stebnytsky deposit of potash salts in the area of the impact zone of the emergency mine No. 2 of the Stebnytsky GHP “Polymineral” on the state of infrastructure facilities and the living conditions of the residents of the village of Solets, Drogobytshk OTG from karst collapse phenomena in the period 2017–2020. It was established that after the complete flooding of mine No. 2, the man-made activated salt karst, in the zone of influence of the mining operations, which lasted from October 1978 to September 2020, completely stopped, the movement of underground water through the salt there are no rocks that caused their dissolution and collapse has not occurred for more than two years. To date, large karst sinkholes No. 27 and No. 30 formed in 2017 and 2020 are filled with water and karst lakes are formed in their place. At the same time, the slopes of the dips are deformed by numerous semicircular cracks and shear scales. During periods of intense precipitation, suffosion phenomena may become more active along the cracks with the formation of small satellite karst-suffosion depressions. Of the infrastructural objects, the most pronounced deformations were caused by karst collapse phenomena for the Lviv-Truskavets highway. More than 20 cracks with a length of 1 to 7 m and varying amplitude of displacement from 1 to 7 cm were recorded here. The observed cracks in the road surface do not pose a threat to the movement of motor vehicles. In the village of Solets, buildings with cracks were found, in particular, on Ulyana Kravchenko St. I recorded them on the ceiling and walls of the houses of local residents. At the same time, there are no cracks in most houses. Therefore, there are no sufficient grounds to talk about the connection between these cracks and karst collapse phenomena. According to the results of the survey of 50 local residents, it was established that most of the buildings were not affected by karst collapse processes, but most of the respondents were quite worried about the possible negative consequences.

Key words: salt karst, Stebnytsky deposit of potash ores, geological environment, man-made activation, cracks, infrastructure objects, living conditions of residents.