

## АКТИВІЗАЦІЯ ЕКЗОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ НА СТЕБНИЦЬКОМУ РОДОВИЩІ КАЛІЙНИХ СОЛЕЙ, ПРОГНОЗ РОЗВИТКУ ТА ЗАХОДИ ІЗ ЗМЕНШЕННЯ ЇХ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ

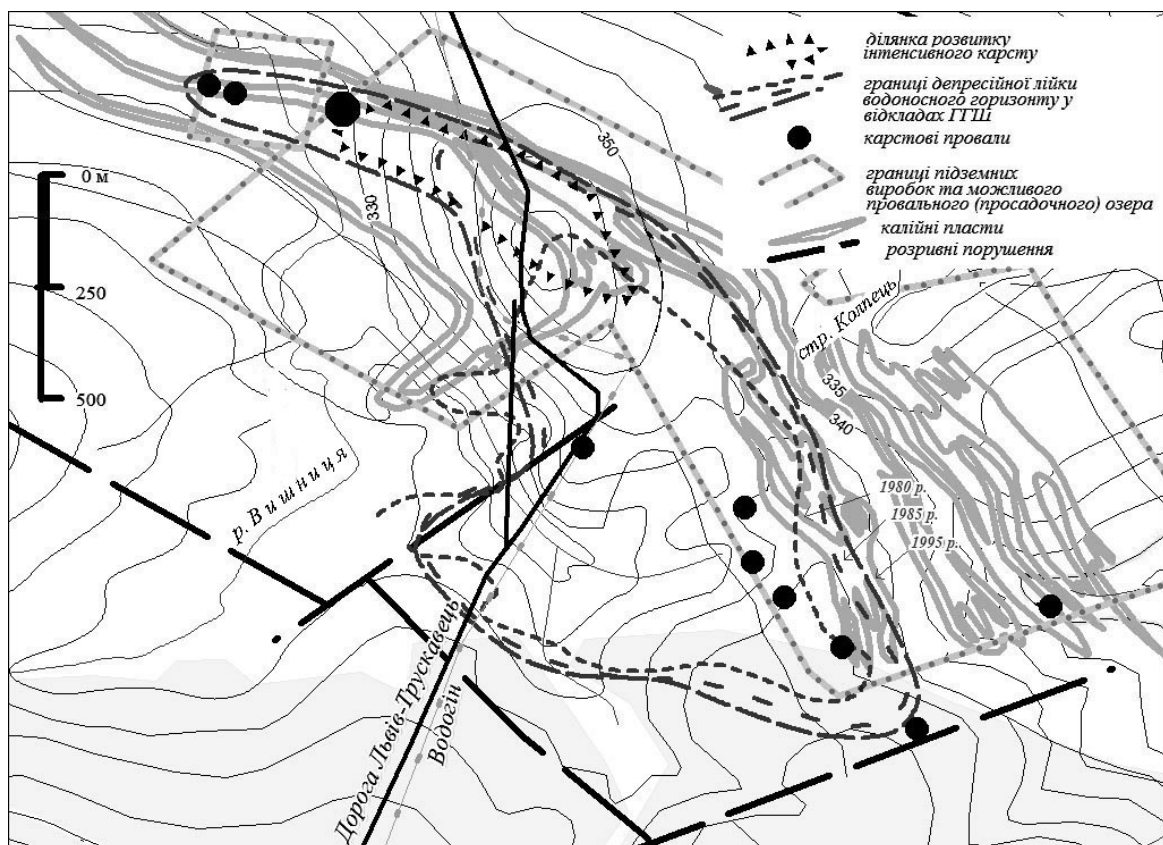
Зроблено огляд окремих явищ активізації негативних екзогенних геологічних процесів (ЕГП) та вірогідний прогноз їхнього подальшого розвитку на Стебницькому родовищі калійних солей. У межах гірничого відводу другого рудника калійних солей відмічено системну активізацію розвитку карсту та пов'язаних з ним негативних ЕГП. Аналіз виділених процесів свідчить про подальший їх розвиток, які набирають тут небезпечного характеру, що в кінцевому результаті призведе до загрози безпеці життєдіяльності на територіях впливу. Запропоновані напрямки запобігання, зменшення і стабілізації небезпечних ЕГП у межах можливого розвитку техногенно активізованого соляного карсту.

**Ключові слова:** рудник, сольовий карст, екзогенні геологічні процеси, гіпсо-глиниста шапка, „соляне дзеркало”, Передкарпаття.

У Передкарпатті інтенсивне техногенне втручання в геологічне середовище в межах поширення соленосних відкладів почалося на початку другої половини ХХ століття, коли масово стали видобуватися калійні поклади на Стебницькому та Калуш-Голинському родовищах. Загальний об'єм пройдених підземних виробок склав у Стебнику: 1 рудник – 12 млн. м<sup>3</sup>, 2 рудник 15,8 млн. м<sup>3</sup>; в Калуші на чотирьох рудниках – понад 20 млн. м<sup>3</sup>, об'єм вибраної породи з Калуського кар'єру перевищив 52,5 млн. м<sup>3</sup> [1]. Нераціональне ведення робіт призвело до порушення геологічних, гідрогеологічних та геоморфологічних умов на територіях залягання сольових відкладів з активізацією негативних екзогенних геологічних процесів (ЕГП) на окремих ділянках. В переважній більшості випадків обставини, які зумовили негативні явища (пов'язані з активізацією карстових процесів) були наслідком розкриття підземними виробками гіпергенно змінених ділянок та зон солевмісних відкладів, причиною чого була недостатня вивченість геологічних та гідрогеологічних умов родовища [2, 3]. На кінець ХХ ст. ситуація ускладнилася у зв'язку із суттєвими зменшенням, а періодами цілковитою відсутністю фінансування та втратою інтересу до об'єктів солевидобутку з боку держави, внаслідок чого активізація екзогенних процесів в межах поширення техногенно порушених солевмісних відкладів стала повністю неконтрольованою. Аналіз проведених сучасних досліджень свідчить не тільки про відсутність позитивних стабілізаційних процесів техногенно порушеного геологічного середовища, а і можливості подальшої активізації негативних ЕГП, які набрали тут загрозливого характеру та погіршують умови безпеки життєдіяльності на територіях впливу.

Специфіка розчинення солей полягає в тому, що вони дуже швидко насичують агресивні по відношенню до них води, формуючи насичені розсоли. Під час виконання автором польових спостережень (у межах держзамовлення: „Моніторинг поширення та розвитку інженерно-геологічних процесів та явищ ЕГП в межах території Львівської області з метою геологічного забезпечення УІАС НС (урядової інформаційно-аналітичної системи надзвичайних ситуацій) та протизсувних заходів”) досвід показує, що в основному всі провали в умовах Передкарпаття формуються на відстані до 100 м. від місця прориву поверхневих вод до горизонту насичених розсолів на поверхні „соляного дзеркала”. При чому, дренавання розсолів збігалось із нахилом „соляного дзеркала”. Тому, прогнозуючи розвиток карстових пустот на північно-західному фланзі Стебницького родовища в напрямку від долини р. Вишниця до місця розгрузки (прориву) поверхневих вод у підземні виробки в камерах 115 і 122 рудника № 2, а також величину мінералізації розсолів, які у них попадають (середня мінераліза-

ція близько  $300 \text{ мг/дм}^3$ ), можна стверджувати, що основний об'єм карстових пустот сформувався на ділянці між річкою і автотрасою Львів-Трускавець (рис. 1). Підрахувавши ймовірний об'єм здренованих із русла вод (судячи з форми депресійної лійки та збільшення водопритоку в часі це буде становити не менше  $1/3$  від усіх вод, які надійшли у шахту, і становить загалом понад  $5 \text{ млн. м}^3$ ) та об'єми розчинених солей ( $> 0,6 \text{ млн. м}^3$ , кожен кубометр води розчиняє  $0,15 \text{ м}^3$  кам'яної солі або  $0,2 \text{ м}^3$  калійних солей) і просадки земної поверхні та карстових провалів (до  $0,2 \text{ млн. м}^3$ ) у долині Вишниця, можна говорити про вірогідну наявність тут не менше  $0,4 \text{ млн. м}^3$  пустоти ізометричної форми, витягнутої вздовж простягання геологічних границь у напрямку дренажування підземних вод. Відсутність поверхневих провалів далі на південний схід від уже утворених до цього часу, пояснюється більшою потужністю перекриваючих четвертинних відкладів. Потенційна загроза виникнення нових доволі висока. Додатковими факторами утворення тут карстових лійок слугує постійна розгрузка на поверхню вздовж автотраси підшкірних вод, сейсмічне навантаження від інтенсивного проходження по дорозі автотранспорту, в тому числі великогабаритного, можливість аварійного прориву магістрального трубопроводу водопостачання м. Дрогобич, який прокладений вздовж траси, напружений стан гірських порід над вилуженими порожнинами. Якщо підшкірні води, які розвантажуються на поверхню вздовж дороги знайдуть відносно вільні шляхи інфільтрації до підземних пустот то порушення щільності перекриваючих четвертинних відкладів, розмокання ґрунтів, втрата ними механічної стійкості (внаслідок зменшення сил внутрішнього тертя та зчеплення між окремими частинками породи), суфозійні процеси, вібраційне навантаження від руху автотранспорту неминуче призведуть до утворення біля полотна дороги або в її межах катастрофічного провалу, з можливими небезпечними наслідками.



**Рис. 1.** Ситуаційний план розвитку екзогенних процесів. Долина р. Вишниця, західна околиця м. Стебник

Розсоли попадають в пустоти рудника № 2 ще не повністю насиченими, тому вилуговування солей, які входять у вміст відкладів з яких складаються різні елементи підземних виробок продовжується. Крім того, розсоли попадаючи в об'єми гірничих виробок, зволожують солевмісні породи, міняючи їх фізичні властивості. Так, для прикладу: опір стискуванню галітової породи близько 30 МПа. Витримка зразків чистої солі в насиченому розсолі викликає зменшення міцності з 28 до 18 МПа [4]. Міцність калійних руд в середньому 48 МПа. При замочуванні каїнітової руди в розсолі насиченому по NaCl міцність зменшується до 7-8 МПа. Міцність вміщуючих порід – соленосних глин – в тих же умовах зменшиться з 34 до 4 МПа [1].

При затопленні горизонтальних гірських виробок найшвидше розчиняється кривля і верхня частина стінок. Швидкість розчинення вертикальної стінки кам'яної солі в прісній воді вища за швидкість розчинення підошви виробки. Кривля виробок розчиняється удвічі швидше, ніж стінки, оскільки найбільш агресивні відносно солей води завдяки сегрегації (питомій градації маси) розсолів знаходяться у верхній частині водяного шару. За даними Я.М. Семчука [5] швидкість розчинення каїнітової руди в прісній воді становить 19 м на рік. На даний час затоплюється II горизонт Стебницького 2-го рудника. Найбільша загроза активізації екзогенних процесів виникне коли заповнюватимуться верхні горизонти, де ступінь гіпергенних змін у солевмісних відкладах найвищий. Враховуючи фізичні властивості розсолів, завдяки чому найбільш інтенсивно буде розчинятися кривля і стінки виробок, виникає загроза виникнення катастрофічного обвалу підроблених недонасиченими розсолами ціликів та стелин виробок на значній площі. Подібне мало місце у Калуші в 1987 р., коли внаслідок затопленого прісними поверхневими водами 7-го та частково 6-го горизонту були зруйновані міжкамерні цілики на 6-му горизонті, що призвело до просідання цілого мікрорайону в м. Калуш із порушенням умов життєдіяльності на території впливу. Витискання розсолів на поверхню не відбулось тільки тому, що значна частина об'ємів підземних виробок ще була не затопленою. Надалі, враховуючи наслідки, заповнення гірничих виробок проходило шляхом спеціально підготовлених високомінералізованих розсолів, що вірогідно дало можливість уникнення подібних катастрофічних ситуацій на даній та інших підроблених солевидобувними виробками ділянках Калуша. Іншим свідченням слугує приклад, коли затоплення провальної території відбувалося протягом доби або декількох годин (Сіль-Ілецьк, 1983 р.). На поверхні в результаті таких обвалів гірських мас в карстові порожнини та у гірничі виробки утворюються просадки, лійки, колодязі та провалля, на місці яких часто виникають ділянки підтоплення, заболочення, розсолонні озера. Існують факти, коли глибина лійок може досягати декількох сотень метрів (соляний купол Ходжа-Сартіс, Таджикистан. Глибина Імамської провальної вирви становить 160 м. [6]). При цьому, за наявності повністю затоплених підземних пустот, можливе інтенсивне витискання розсолів високої концентрації на денну поверхню з утворенням провального озера. Оскільки карстові пустоти в основному сформувалися на північно-східному схилі р. Вишниця (рис. 1), враховуючи перевищення над заплавою території вірогідного просідання (провалу), яке зараз становить близько 20 м, можливий прорив великого об'єму витиснених розсолів в русло р. Вишниця (на північний захід), або долину стр. Колпець (на північний схід), які являються притоками р. Дністер. Об'єм підземних виробок 2-го рудника разом із утвореними карстовими пустотами в сумі становить понад 12 млн. м<sup>3</sup>. Якщо площа провалу становитиме 0,1 км<sup>2</sup>, з амплітудою до 5 м, враховуючи перевищення над долинами водотоків, максимальний об'єм витиснених розсолів в річкову систему може досягти 0,5 млн. м<sup>3</sup>. Подальший розвиток ситуації та наслідки можна передбачити на прикладі подібної ситуації, коли в 1983 р. була пошкоджена дамба, і в басейн р. Дністер вилилося 4,5 млн. м<sup>3</sup> соляних відходів. Навіть без катастрофічного провалу через гравітаційне просідання земної поверхні та геодинамічний тиск Карпат на моласовий солевмісний комплекс Передкарпаття [7] все одно буде відбуватися постійне витискання насичених розсолів у водоносні горизонти та на земну поверхню і, зрештою, у притоки басейну р. Дністер.

Розбіжність ділянок живлення, поширення та розвантаження водоносного горизонту у перекриваючих солі відкладах гіпсо-глинистої шапки (ГГШ), яке виражається в тому, що місцями води тут мають напірний характер [8] та беручи до уваги гідравлічний зв'язок його з ви-

робками 2-го рудника (після повного їх затоплення) формуватиме підземні гідродинамічні потоки в межах цих виробок, що створить додаткові умови для виносу розсолів на денну поверхню. Як показують результати спостережень на Калуському руднику (Північне каїнітове поле), амплітуди коливання рівня розсолів у свердловинах № 5 (пройдена у камеру № 16) та № 7 (пройдена у камеру № 7) майже ідентичні, до ~1 м. За 2001-2002 рр. у свердловині № 5 середня мінералізація шахтних розсолів становила 390,3 г/см<sup>3</sup>, що відповідає дійсній мінералізації шахтних розсолів у гірничих виробках. Зміна концентрації солей у свердловині протягом року становила 352,06 – 432,48 г/см<sup>3</sup>; відповідно по свердловині № 7 середня мінералізація була 386,05 г/см<sup>3</sup> з амплітудою від 329,34 до 454,77 г/см<sup>3</sup> [9]. Коливання рівнів і мінералізації шахтних розсолів мають хаотичний характер, що потребує додаткового вивчення причин, що спонукають такий процес і свідчать про нестабільність проходження процесів дренажу та режиму підземних вод а отже і вилуговування солей в межах відробленого простору затоплених солевидобувних рудників та пов'язаних з ними водоносних горизонтів. Ці процеси призведуть до аномального засолення значних ділянок ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод, що вже зараз спостерігається на затоплених рудниках Калуша, які на відміну від Стебницького на кінцевому етапі планомірно заповнювалися спеціально приготовленими розсолами [9].

Враховуючи досвід проведених робіт основними напрямками запобігання, зменшенню і стабілізації розвитку небезпечних екзогенних процесів у межах можливого розвитку техногенно активізованого соляного карсту є:

- збереження стабільності розсолного горизонту на поверхні „соляного дзеркала”;
- зменшення або уникнення збільшення водопроникності порід ГГШ;
- в разі відновлення проходки підземних гірничих виробок вона повинна обмежуватися небезпечними гіпергенно зміненими зонами;
- відробку корисної копалини необхідно проводити знизу вгору з метою достовірної оцінки геологічної будови на найбільш небезпечних гіпергенно змінених верхніх горизонтах соляного родовища, ще до періоду їх експлуатації;
- будівництво підземних водоносних комунікацій під тиском повинно проводитися по спеціальних нормах і технологіях для процесонебезпечних ґрунтів, враховуючи геологічну та геоморфологічну будову ділянки;
- на випадок вірогідного прориву великого об'єму насичених розсолів в притоки р. Дністер, розробити сценарій швидкого реагування для ліквідації небезпечних наслідків, щоб унеможливити ситуацію, яка відбулася у 1983 р.;
- постійне проведення моніторингових робіт за станом геологічного середовища у межах техногенно порушених ділянок солевмісних відкладів та на прилеглих територіях;
- для ефективного вивчення і контролю карстових процесів на основі сучасних інформаційних технологій доцільно створити просторову геоінформаційну систему спостереження (ГІС) за станом геологічного середовища із максимально можливим врахуванням усіх факторів, що мають вплив на розвиток карстових і інших негативних екзогенних процесів;
- проведення оцінки стану геологічного середовища на основі комплексних інженерно-гідрогеологічно-геологічних досліджень.

#### Список літератури:

1. **Гайдин А.М.** Влияние техногенной деятельности на соляной карст. /Гайдин А.М.// Екологія і природокористування. – Львів, – 2008. № 11. С. 42–54.
2. **Отчет** по результатам гидрогеологических исследований на участке течи в штреке 43/2 рудника № 1 Стебницького калійного комбіната / [Апссе Р.Ф., Воронова Л.Б., Козлов С.С. та ін.]. – Ленинград: 1966, Фонды СтКЗ.
3. **Липницький В.К.** Геолого-гидрогеологические условия прорыва вод в камеру 115/1 рудника № 2 / Липницький В.К. – Ленинград: 1979, Фонды СтКЗ.
4. **Проскуряков Н.М.** Физико-механические свойства соляных пород / Проскуряков Н.М., Пермяков Р.С., Черников А.К. – Ленинград: Недра. 1973. – 272 с.

**5. Наукові та методичні основи охорони геологічного середовища в районах розробки калійних родовищ:** дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук: 11.00.11 / Семчук Я.М. – Калуш. 1994. – 304.

**6. Дзенс-Литовский А.И.** Соляной карст / Дзенс-Литовский А.И. – Ленинград: Недра. 1966. – 167 с.

**7. Павлюк В.І.** Вплив геологічних факторів на екзогенні процеси міоценових солених відкладів Українського Передкарпаття / Павлюк В.І. // Геологія і геохімія горючих копалин № 2 (151) – Львів, 2010, С. 89 – 104.

**8. Павлюк В.І.** Природні умови та фактори розвитку сольового карсту Передкарпаття / Павлюк В.І., Садовий Ю.В. – Сімферополь: Строительство и техногенная безопасность, 2010.

**9. Корінь С.С.** Проведення комплексних геологічних досліджень, спрямованих на визначення (прогнозування) змін природного стану геологічного середовища в місцях розробки калійних родовищ з метою запобігання їх негативного впливу на життєдіяльність людей та стан господарських і промислових об'єктів / [Корінь С.С., Садовий Ю.В., Лукаш І. О. та ін.]. Кн. 1. – Калуш: 2005. – 221 с.

***В.І. Павлюк***

### **АКТИВИЗАЦИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СТЕБНИЦКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ, ВЕРОЯТНЫЙ ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ИХ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ**

Сделан обзор отдельных явлений активизации негативных экзогенных геологических процессов (ЭГП) и возможный прогноз их последующего развития на Стебницком месторождении калийных солей. В пределах горного отвода второго рудника калийных солей отмечена системная активизация развития карста и связанных с ним негативных ЭГП. Анализ выделенных процессов свидетельствует о дальнейшем их развитии, которые набирают здесь опасный характер, что в конечном результате приведет к угрозе безопасности жизнедеятельности на территориях влияния. Предложены направления предотвращения, уменьшения и стабилизации опасных ЭГП в пределах возможного развития техногенно активизированного соляного карста.

**Ключевые слова:** рудник, солевой карст, экзогенные геологические процессы, гипсоглинистая шляпа, „соляное зеркало”, Предкарпатье.

***V.I. Pavliuk***

### **ACTIVIZATION OF EXOGENOUS PROCESSES ON STEBNYK DEPOSIT OF POTASSIC SALINES, SCENARIOS OF DEVELOPMENT AND MEASURES TO DECREASE THEIR NEGATIVE INFLUENCE**

The survey of certain phenomena of negative geologic exogenous processes (EGP) activation and probable scenarios of their development on the Stebnyk deposit of potassic salines is made. Within of the second mine of potassic salines there was observed an activation of karst development and negative EGP connected with it. The analysis of the allocated processes testifies their further development which can have menacing character, what will eventually lead to threat of safety of ability to live in the territories under influence. Ways of prevention, lessening and stabilization of dangerous EGP within possible development of the active technogenic hydrochloric saline karst are offered.

**Key words:** mine, saline karst, exogenous geological processes, gypsum-clay cap, „hydrochloric mirror”, Precarpathian area.