

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ

УДК 911.375.5

Головчак В.Ф.

*Державне управління охорони
навколишнього природного середовища
в Івано-Франківській області*

СТАН ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ ГЕОКОМПЛЕКСІВ КАЛУШ-ГОЛИНСЬКОГО РОДОВИЩА КАЛІЙНИХ СОЛЕЙ ТА ЗАХОДИ ДЛЯ ЇХ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Висвітлено й проаналізовано стан гірничопромислових геоконплексів Калуш-Голинського родовища калійних солей та екологічну ситуацію в межах родовища. Запропоновано ряд заходів, які спроможні оперативно покращити ситуацію, котра на сьогодні досягла рівня екологічної катастрофи.

Ключові слова: Калуш-Голинське родовище калійних солей, гірничопромислові геоконплекси, техногенне навантаження, екологічний стан.

Показано и проанализировано состояние горнопромышленных геоконплексов Калуш-Гольинского месторождения калийных солей, а также экологическая ситуация в пределах месторождения калийных солей. Предложено ряд мероприятий, способных оперативно улучшить ситуацию, которая на сегодня достигла уровня экологической катастрофы.

Ключевые слова: Калуш-Гольинское месторождение калийных солей, горнопромышленные геоконплексы, техногенные нагрузки, экологическая ситуация.

Shown and analyzed the state of mining geocomplexes Kalush-Golynsky deposit of potassium salts, as well as the environmental situation within deposit of potassium salts. Suggested a number of activities that can quickly improve the situation, which today has reached a level of environmental catastrophe.

Keywords: Kalush-Golynsky potassium salt deposits, mining geokomplexy, under stress, the environmental situation.

Актуальність проблеми. За період експлуатації Калуш-Голинського родовища калійних солей на його базі сформувалися гірничопромислові геоконплекси, що включають ряд об'єктів гірничовидобувного і переробного профілю, які уже тривалий час створюють техногенне навантаження і потенційно здійснюватимуть такий вплив у перспективі. На сьогодні внаслідок сукупності багатьох антропогенних впливів район родовища характеризується напруженою екологічною ситуацією. Указом Президента України від 10.02.2010 р. № 145/2010, підтвердженням Законом України від 12.02.2010 р. № 1885-VI, територію міста Калуш та сіл Кропивник і Сівка-Калуська Калуського району Івано-Франківської області оголошено зоною надзвичайної екологічної ситуації. Тому реальна оцінка екологічного стану району є надзвичайно актуальною, потребує нагального здійснення, а також необхідне проведення невідкладних природоохоронних заходів.

Об'єктом досліджень є гірничопромислові геоконплекси Калуш-Голинського родовища калійних солей, яке розташоване в Калуському районі Івано-Франківської області.

Висвітлення проблеми в науковій літературі. На сьогодні екологічній ситуації Калуш-Голинського району присвячена значна кількість публікацій, які переважно стосуються моніторингу техногенних впливів та пропозицій технічного вирішення проблеми [1-5, 7-9, 11-16] тощо. Водночас, вони не досліджують ситуацію з використанням реальної структури територіальних систем, що робить висновки розпливчастими (територіально не конкретними).

Методика робіт. Основними методичними прийомами проведених досліджень є аналіз фондových, архівних, статистичних, іконографічних та інших матеріалів, картографування гірничопромислових геокомплексів у процесі їх просторово-часової трансформації, моделювання ймовірних процесів їх функціонування, динаміки та розвитку для прийняття управлінських заходів з метою їх екологічної оптимізації.

Аналіз результатів досліджень. Калуш-Голинське родовище калійних солей розташоване у внутрішній зоні Передкарпатського передового прогину в Калуському районі Івано-Франківської області (рис. 1). Це з багатьох точок зору унікальний об'єкт, на якому поклади кам'яної солі експлуатувалися протягом багатьох століть спочатку шляхом видобування природних розсолів, а згодом за допомогою камер вилуговування. Пізніше основним предметом промислового інтересу стали поклади полімінеральних калійно-магнієвих солей, що залягають серед кам'яної солі. Видобування калійних солей здійснювалося на трьох рудниках та єдиному у світовій практиці відкритому Домбровському кар'єрі, а переробка сировини - на калійному заводі й згодом на хіміко-металургійному комбінаті.

Виробничу діяльність здійснював ДП «Калійний завод» ВАТ «Оріана». Проектна потужність заводу – 499,2 тис. тонн в рік мінеральних добрив (в натуральному вигляді). Він був єдиним виробником калійних добрив в Україні. Завод уведений в експлуатацію в 1966-1968 роках і був зупинений у жовтні 2001 р. через неспроможність вести оплату за енергоносії та нездатність сільгоспвиробників проводити розрахунки за спожиті мінеральні добрива.

Загальна площа території ДП «Калійний завод» становить 1063,5 га. Підприємство має 3 рудники, Домбровський кар'єр, 2 відвали засолених ґрунтів, 2 хвостосховища та шламонакопичувач (рис. 2), які є потенційно небезпечними і можуть спричинити просідання земної поверхні, утворення провальних воронок, карстів, зсувів, забруднення водних об'єктів та земель. Особлива небезпека полягає в тому, що на території шахтних полів відпрацьованих рудників розташовані:

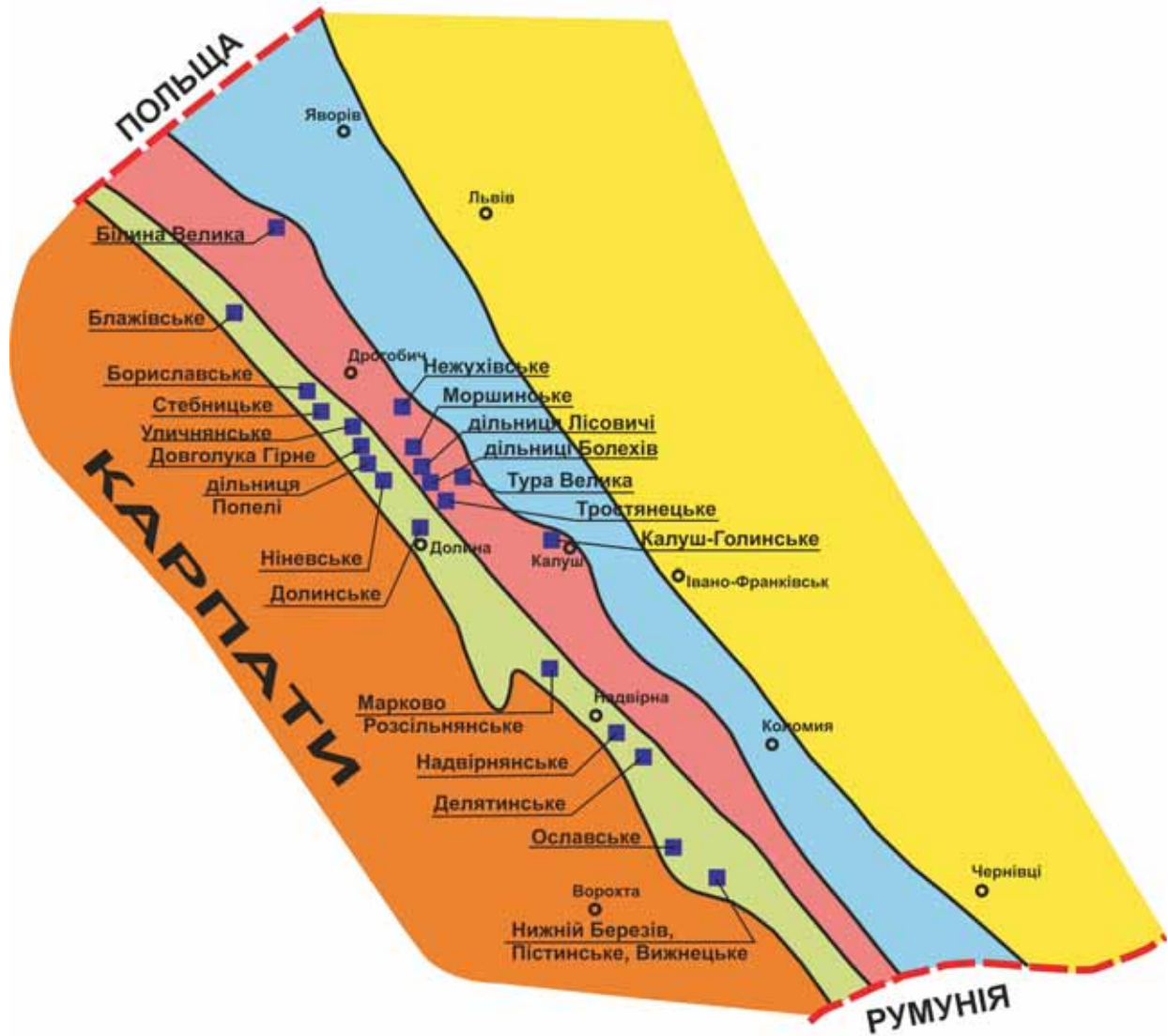
- 256 житлових будинків і промислових об'єктів міста Калуш;
- 109 житлових будинків с. Хотінь, з яких 18 будинків уже знесено і люди переселені, та 7 споруд промислового призначення на вентстволі «Хотінь»;
- 285 житлових будинків, 7 промислових споруд с.Кропивник;
- 304 житлові будинки, 16 промислових споруд с.Сівка-Калуська.

Видобуток калійних солей у рудниках «Калуш», «Голинь» та «Ново-Голинь» проводився на семи шахтних полях камерною системою розробки із залишенням, в основному, стрічкових міжкамерних ціликів (МКЦ). Запаси руди на рудниках повністю відроблені, об'єм вироблених порожнин склав біля 19 млн. м³. Залишені МКЦ розраховані на тимчасову підтримку покриваючої товщі без закладки в сухих умовах, а порожнини повинні бути заповнені інертними матеріалами. Рудники ліквідовано. Три шахтні поля заповнені розсолами з пульпою, два затоплюються соляними розчинами в даний час, два знаходяться в «сухій консервації».

Видобуток корисних копалин підземним способом викликав порушення рівноваги в товщі гірничих порід, що стало причиною змін природного середовища, а саме: осідання і деформації земної поверхні над відробленими покладами, карстоутворення. Ці процеси призводять до зміни природного режиму і хімічного складу ґрунтових вод, підтоплення земної поверхні, утворення провальних воронок (карстів) тощо [9-14].

Досвід ліквідації рудників закачкою розсолів у різних країнах світу підказує, що рано чи пізно міжкамерні цілики розчиняються, і проходять просідання або провали (Росія, Німеччина). Найбільшу небезпеку пов'язану з порушенням стійкості земної поверхні на рудниках, зокрема «Ново-Голинь», внаслідок затоплення, слід очікувати на ділянках, де мають місце виходи теригенних порід під четвертинні відклади. З досвіду проведення гірничовидобувних робіт відомо, що породи верхньобалицької світи схильні до самовивалювання. Характерною особливістю для них є тріщинуватість та наявність багаточисельних дзеркал ковзання. При безпосередньому контакті порід з розсолами інтенсивність руйнації їх зростає багатократно. Оскільки теригенні відклади залягають на значних площах шахтних полів, масштаби зсувів земної поверхні можуть бути великими. Карстопровальні та зсувні процеси також будуть супроводжуватися витісненням великої маси соляних розсолів з підземних порожнин у во-

СХЕМА РОЗМІЩЕННЯ КАЛІЙНИХ РОДОВИЩ ПРИКАРПАТТЯ



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- Східно-Європейська платформа
- Зовнішня зона Передкарпатського прогину
- Самбірський покрив внутрішньої зони Передкарпатського прогину
- Бориславо-Покутський покрив внутрішньої зони Передкарпатського прогину
- Калійні родовища
- Карпати

Рис. 1. Схема розміщення калійних родовищ Прикарпаття.

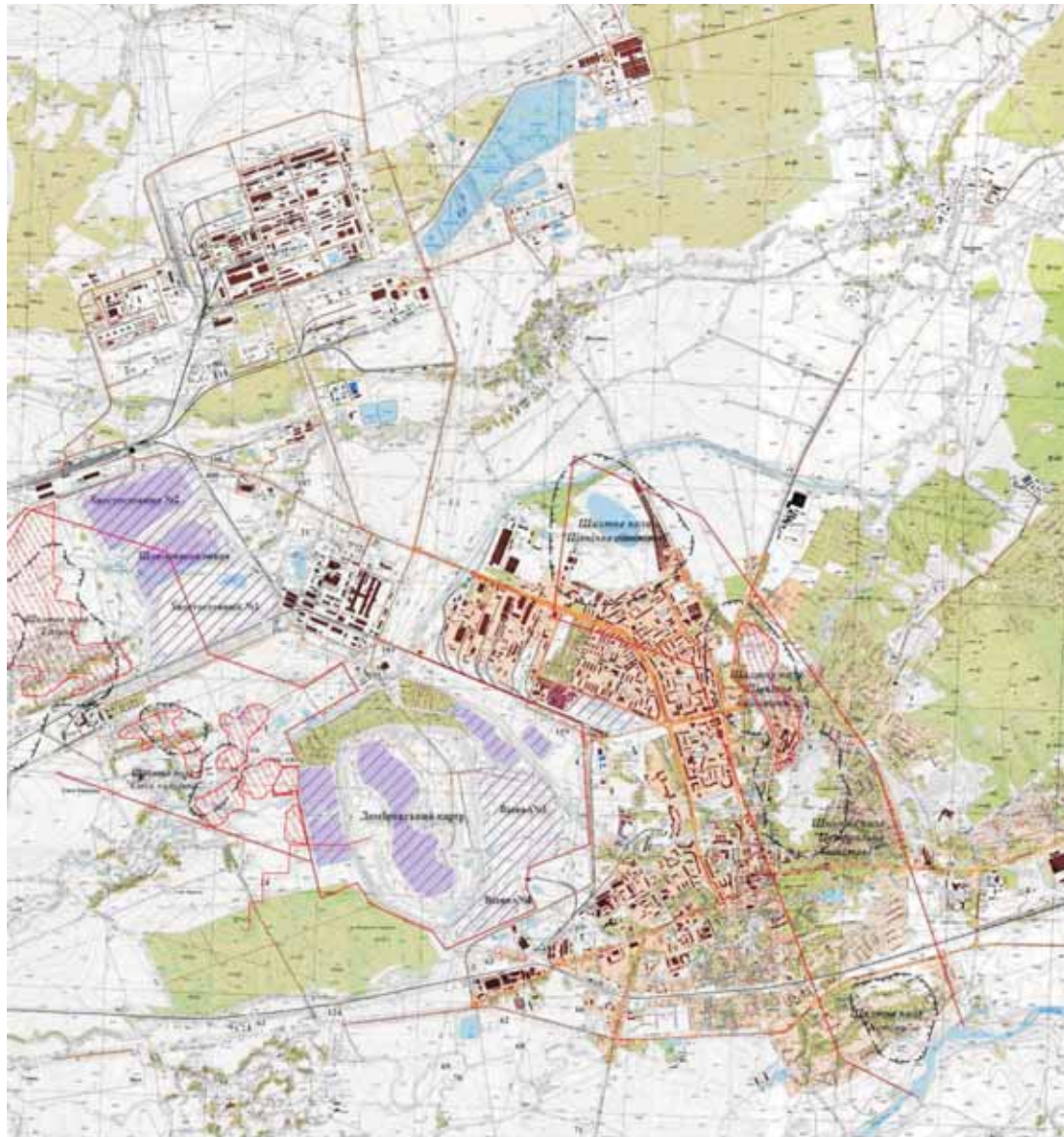


Рис. 2. Оглядова карта території Калуш-Голинського родовища калійних солей (за результатами моніторингу гірничопромислових геокомплексів станом на 01.01.2010 р.).

доносний горизонт та поверхневі водойми. Розвиток таких процесів може спричинити аварійну ситуацію, яка призведе до втрати великої кількості житлового фонду в селах Кропивник і Сівка-Калуська та забруднення підземного водоносного горизонту на значних площах. При заключних стадіях затоплення рудника рівень розсолів, поданих у гірничі виробітки, досягне верхньобалицьких порід, які безпосередньо примикають зверху до соляного дзеркала та виходять під четвертинні утворення. Саме тоді слід очікувати на максимальну активізацію екзогенних геологічних процесів, наслідком яких може бути значне просідання земної поверхні та утворення провалів на ній [9,11,14].

При відкритій розробці покладів калійних руд у відвалах Домбровського кар'єру накопичено 26 млн. м³ розкритих порід, з яких більш як 14 млн. м³ соленосні глини. У самому кар'єрі накопичилося більше 11 млн. м³ висококонцентрованих розсолів із загальною мінералізацією 350 г/л, кількість яких щорічно збільшується. Поруч (на відстані 250 м) протікає річка Сівка, води з якої стягуються депресією кар'єру, тому реальною є загроза затоплення кар'єру за короткий проміжок часу. Внаслідок цього розсоли попадуть у підземний водоносний горизонт та в саму річку, що призведе до екологічної катастрофи.

Солевідвали та відходи від переробки калійної руди, які зберігаються в двох хвостосховищах, викликають засолення підземних вод, яке відбувається по причині фільтрації розсолів через тіло греблі, а також у верхній водоносний горизонт. Ареал засолення досягає 900 га і наближається до р. Лімниці.

Домбровський кар'єр уведено в експлуатацію в 1967 р., де вперше у світовій практиці калійні солі видобувалися відкритим способом. До недавнього часу кар'єр залишався єдиною діючою сировинною базою для видобутку калійної руди. Балансові запаси калійної руди в кар'єрі становлять 32 млн. т.

Розробка кар'єру передбачалася двома окремими дільницями. Південна - відпрацьована в 1982 р. і заповнена розсолами. Північна частина кар'єру з травня 2007 р. почала інтенсивно затоплюватись внаслідок попадання засолених вод з дренажних траншей, з галькового горизонту та з ріки Сівка.

До 2008 р. щорічно у кар'єрі, внаслідок розчинення соляних покладів атмосферними опадами утворювалося 1,2–1,3 млн. м³ розсолів. Заповнення кар'єру рідкою фазою особливо помітно інтенсифікувалося протягом останніх двох років через затоплення насосної № 2 в дренажній траншеї та прогресуючого розвитку карстових каналів в напрямку річки Сівка. За 2008 р. внаслідок інтенсивних опадів та фільтрації ґрунтових вод прилив вод у кар'єр склав майже 3,2 млн м³. Станом на 01.01.2008 р. рівень розсолів у Південній ділянці становив +253,91 м, об'єм – 5607 тис м³, у Північній ділянці – відповідно +244,82 м і 593,4 тис м³, разом 620,8 тис м³. У серпні 2008 р. рівні з'єдналися (рис. 3). На початок 2009 року рівень розсолів у кар'єрі становив +257,74 м, об'єм 8691 тис м³ (з урахуванням того, що в 2008 р. з кар'єру перекачано у відстійник 668 тис м³ розсолів). Станом на 01.01.2010 року рівень розсолів у кар'єрі становив +263,6 м, об'єм – 11198,6 тис. м³.

У разі затоплення кар'єру до рівня підшови водоносного горизонту відбудеться значне збільшення засоленості останнього, яке може прискоритися під час повені та прориву вод річки Сівка. Внаслідок цього утвориться необмежений епіцентр розсіювання солей у довкілля, який додасться до вже існуючих у вигляді винесення солей із хвостосховищ, відвалів. Тому можна стверджувати, що затоплення кар'єру додатково різко збільшить навантаження на гідросферу території як вище місця свого розташування, так і далеко нижче по напрямку регіонального стоку і суттєво загострить екологічні проблеми, які існують в районі розташування гірничовидобувних і переробних об'єктів комплексу, що склався на базі покладів Калуш-Голинського родовища. Для запобігання проникнення розсолів у водоносні горизонти потрібно терміново виконати гідроізоляцію кар'єру. Необхідність проведення цих робіт викликана розвитком соляного карсту в прибортовій частині кар'єру і, відповідно, провалами денної поверхні. Подальший розвиток карстопровальних форм може привести до руйнування дачних ділянок і дачних будинків, розташованих між річкою і кар'єром. При розвитку карстових форм по всій площі або по "лінії", яка з'єднує р. Сівку і Домбровський кар'єр, води річки будуть спрямовані в кар'єр. Для затоплення кар'єру водами річки під час паводку достатньо двох діб [6]. Необхідно врахувати також, що при відновленні природного рівня вод у прилеглий до кар'єру території внаслідок його затоплення, розсоли, які на даний час утворюються на хвостосховищі № 1 та відвалах і до теперішнього часу стягувалися депресією кар'єру, будуть прямувати в напрямку підземного стоку водоносного горизонту,

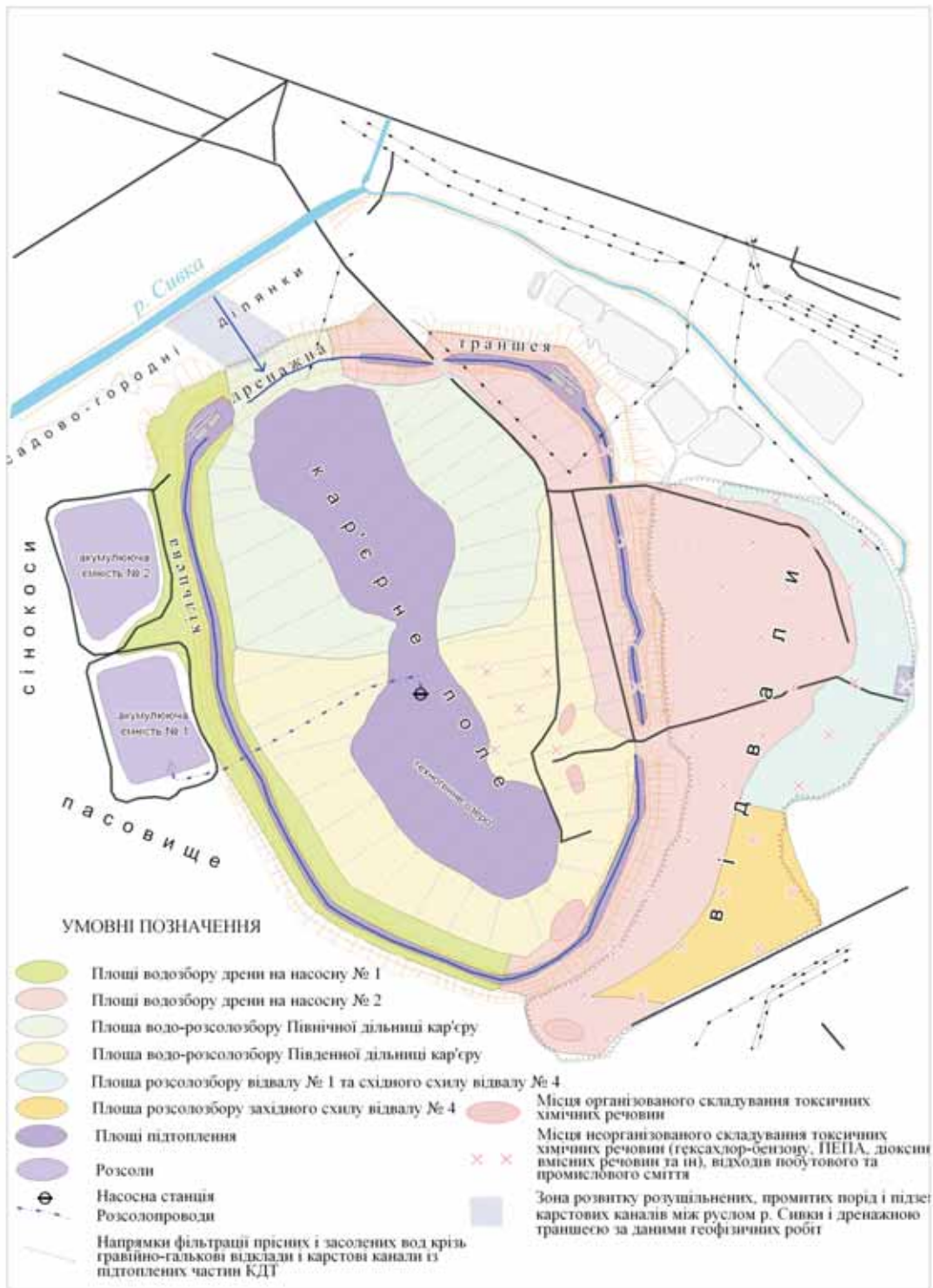


Рис. 3. План-схема Домбровського кар'єру станом на 05.08.2008 р.

заповнюючи западини в рельєфі товщі гравійно-галькових відкладів, а також розвантажуватись вздовж русел річок Сівки та Млинівки і в кінцевому підсумку потраплятимуть у Дністер.

Динаміка заповнення Домбровського кар'єру великими об'ємами атмосферних та ґрунтових вод, розчинення сольових порід і насичення, їх міграція в об'ємі, закономірності зміни типу мінералізації і температури розсолів за глибиною в природних умовах Прикарпаття представляють науковий і практичний інтерес (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка затоплення Домбровського кар'єру

Об'єкт	Абсолютна відмітка, м	Об'єм накопичених розсолів, тис.м ³	Примітка
Північна дільниця	+235,0	0	Станом на 01.08.04 р.
Південна дільниця	+253,2	5200,0	Станом на 01.08.04 р.
Північна дільниця	+241,97	283,9	Станом на 01.06.07 р.
Південна дільниця	+253,93	5607,0	Станом на 01.06.07 р.
Північна дільниця	+244,82	593,4	Станом на 01.01.08 р.
Південна дільниця	+253,91	5593,6	Станом на 01.01.08 р.
Північна дільниця	+248,27	1026,0	Станом на 01.06.08 р.
Південна дільниця	+255,07	6236,6	Станом на 01.06.08 р.
Північна дільниця	+249,07	1126,3	Станом на 01.07.08 р.
Південна дільниця	+255,0	6234,9	Станом на 01.07.08 р.
Рівні розчинів у кар'єрі з'єдналися	+255,0	7518,5	Станом на 05.08.08 р.
Кар'єр	+257,74	8691,0	Станом на 01.01.09 р.
Кар'єр	+263,6	11198,6	Станом на 28.12.09 р.

На даний час недостатня ефективна моніторингова сітка, яка давала б можливість об'єктивно контролювати гідродинамічний режим водоносного горизонту в межах території, а також зміни у гідрохімічному складі вод. Тому одночасно із проведенням гідрохімічних опробувань на існуючих свердловинах, природних джерелах, криницях та водотоках важливо здійснювати розширення мережі спостережних свердловин.

Під час активної експлуатації Домбровського кар'єру в 70–80 роках було цілком очевидно, що прийняте рішення про його відробку відкритим способом себе цілком виправдало. На даній дільниці нараховувалося усього 83 млн. тонн запасів руди. Об'єм видобування руди становив 1,25 млн. тонн у рік, хоча міг бути удвічі вищим. До кризового стану Домбровський кар'єр доведено з початку дев'яностих років, коли фактично перестали здійснювати будь-які заходи для недопущення затоплення атмосферними опадами. Організація ефективної системи збору і відведення вод із водоносного горизонту та атмосферного походження є головною умовою можливості експлуатації покладів солей відкритим способом. Ця система повинна підтримуватися в робочому стані та в міру розвитку видобувних робіт удосконалюватися. У дійсності вона повністю зруйнована. Через затоплення протягом тривалого часу кільцевої дренажної траншеї, яка знаходиться гіпсометрично вище рівня розкритих частин кар'єру, відбувається інтенсивне насичення масиву нерозкритої частини кар'єру водою. Відбувається рух води в напрямку розкритої частини кар'єру, при цьому інтенсивно карстується масив і солі переводяться в розчин. Можна передбачати, що незабаром розвиток карстових процесів ще більше активізується, а відтак проявляться інші негативні наслідки – зсуви, які охоплюють всю внутрішню частину кар'єру і деформують борти дрена.

Необхідно також враховувати, що на даний час кар'єр, будучи найбільшою депресією, збирає високомінералізовані розчини, що витікають із інших об'єктів (хвостосховища № 1, відвалів № 1 та № 4, акумулюючих ємностей). Після його затоплення і часткового відновлення режиму природного стоку ці мінералізовані розчини рухатимуться в напрямку місцевих природних дрен та регіонального

нахилу підосви водоносного горизонту, тобто в бік русла річки Лімниця, вздовж русла р. Сівки, та в напрямку міста Калуша.

У 2009 р. Науково-дослідний інститут гідрогеології, інженерної геології та екогеології під керівництвом професора Е.Д. Кузьменка виконав роботи та представив науковий звіт по темі 1/2009–К «Комплексна інтегрована інтерпретація геолого-геофізичних даних з метою виявлення розвитку карстових процесів в межах північного борту Домбровського кар'єру та простеження зон активної фільтрації р. Сівка в кар'єр у режимі моніторингу».

Висновки цього звіту наступні:

«...По зовнішньому борту дренажної траншеї в північно-західній частині Домбровського кар'єру почав утворюватись карст, що має тенденцію розвитку в сторону р. Сівки, тобто виникає можливість прориву вод р. Сівка в кар'єр...»

...Поскільки процес карстоутворення безперервний, а пласти солі розповсюджуються далі на північ, слід вважати, що карстопровальні явища будуть розвиватись далі на північ, пошкодять або знищать дачні ділянки, а згодом можуть досягти р. Сівки... Під час розмиву солей будуть просідати породи водоносного горизонту, суглинків, ґрунтово-рослинного шару. Тому існує загроза створення нового русла р. Сівки, яке з'єднає теперішнє русло з кар'єром...».

Геофізичні дослідження ЗУГРЕ (червень 2009 р.) показали, що карстові процеси розвинуті у межах ділянки досліджень від наявних воронок на північ на відстань до 120 м. При цьому карстом в основному уражена південно-західна, південна і південно-східна частини ділянки. У межах аномалій слід чекати подальших провалів. Південно-західна аномалія виявлена вперше. Південна аномалія узгоджується з аномалією, що виявлена в 2004 р. Ці аномалії примикають до провалів, тобто провали будуть мати розвиток на північ [6].

Тому з метою зменшення водопритоку у вироблені простори Домбровського кар'єру зі сторони річки Сівка й з галькового горизонту потрібно негайно здійснювати технічні заходи по укріпленню та гідроізоляції Північного борту кар'єру.

З огляду на те, що згаданим «Проектом консервації...» ці заходи не передбачені, необхідне проведення превентивних природоохоронних заходів з метою запобігання техногенно-екологічної катастрофи, а саме спорудження протифільтраційного підземного бар'єру на північній ділянці Домбровського кар'єру ДП «Калійний завод». Цей захід не дублює «Проект консервації...», розроблений ВАТ «Гірхімпром», а, навпаки, доповнює його. Без проведення такого заходу зупинити прогресуюче проникнення в кар'єр вод з гравійно-галькового водоносного горизонту та з р. Сівка неможливо.

Суттєвим недоліком «Проекту консервації Домбровського кар'єру з рекультивацією зовнішніх відвалів №1, №4 та хвостосховищ №1, №2 ДП «Калійний завод» ВАТ «Оріана» є відсутність заходів щодо екранування соляного масиву в кар'єрі водоопірними та водонепроникними матеріалами з метою недопущення його руйнування, забезпечення окремого збирання та виведення з кар'єру прісних та слабомінералізованих вод тощо.

Висновки. Приведений аналіз стану гірничопромислових геокомплексів Калуш-Голинського родовища калійних солей та екологічної ситуації в межах природно-господарських систем району дослідження дозволяє зробити наступні висновки:

1. Неповне виконання природоохоронних заходів у зоні діяльності ДП «Калійний завод», крім екологічних проблем, створює передумови до виникнення небезпеки для проживання населення. Це на сьогодні має стати основним фактором своєчасного виконання всього комплексу природоохоронних робіт, а також здійснення превентивних заходів із захисту житлового фонду та промислових споруд, розташованих з зоні техногенно-екологічного впливу підприємства.

2. Для стабілізації екологічної рівноваги, виходу ДП «Калійний завод» ВАТ «Оріана» з кризи, а також забезпечення відновлення виробництва калійних добрив пропонується:

2.1. З метою зменшення водопритоку у вироблені простори Домбровського кар'єру зі сторони річки Сівка і з галькового горизонту першочергово здійснити технічні заходи по укріпленню та гідроізоляції Північного борту кар'єру.

2.2. Терміново розробити і впровадити заходи для зменшення динаміки приросту кількості розсолів у Домбровському кар'єрі:

- відновити та вдосконалити мережу водовідведення з кар'єру, провести гідроізоляцію каналів та водозбірників;
- забезпечити окреме збирання в кар'єрі прісних та слабо мінералізованих вод від високо-мінералізованих;
- провести екранування соляного масиву в кар'єрі водоупірними та водонепроникними матеріалами з метою недопущення його руйнування;
- побудувати установку з переробки розсолів (чи їх випарювання), розглянути питання про залучення інвесторів для використання розсолів кар'єру в якості сировини для відновлюваного хімічного виробництва.

2.3. Провести гірничотехнічну рекультивацію солевідвалів №1 і №2, а також завершити рекультивацію хвостосховища №1.

2.4. Провести ліквідацію глибоких затоплених провальних воронок в м. Калуш;

2.5. Розробити технологію утилізації розсолів Домбровського кар'єру й хвостосховищ та відновити виробництво хімічної продукції, в т.ч. калійних добрив.

Для запобігання виникнення техногенно-екологічних ситуацій з катастрофічними наслідками над шахтними полями Калуш-Голинського калійного родовища необхідно удосконалити систему та провести комплексний екологічний моніторинг території в зоні впливу ДП “Калійний завод”, що дозволить:

- прогнозувати та простежувати динаміку просідання денної поверхні над шахтними полями відпрацьованих рудників і об'єктів, що знаходяться в зоні впливу гірничих виробок;
- простежувати ступені засолення підземних вод водоносного горизонту зони активного водообміну та визначати розповсюдження ареалу засолення;
- визначати ступені та оцінку активізації процесу карстоутворення над шахтними полями відпрацьованих рудників і дамб хвостосховищ з видачею конкретних заходів і рекомендацій по зменшенню негативних наслідків даного процесу прилеглим населеним пунктам і об'єктам народного господарства;
- створити комп'ютерний банк геологічних даних для прогнозу розвитку небезпечних техногенно-екологічних явищ.

Література

1. Бондаренко М.Д. Динаміка і прогноз стану геологічного середовища соляних і сірчаних родовищ Передкарпаття : автореф. дис. канд. геол. наук: 04.00.01 / М.Д. Бондаренко ; Львів, нац. ун-т ім. І.Франка. – Л., 2001. – 20 с.
2. Ведення постійно діючої моделі геологічного середовища над шахтним полем рудника „Ново-Голинь”. – Калуш : ДНДІГ, 2007. – 82 с.
3. Визначення можливості використання розсолів Домбровського кар'єру для прискорення ліквідації рудника „Ново-Голинь” (заключний звіт з рекомендаціями). – Калуш : ДНДІГ, 1998 – 21 с.
4. Временные указания по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных выработок и по охране рудников от затопления в условиях Калуш-Гольинского месторождения калийных солей. – Л. : ВНИИГ, 1981. – 135 с.
5. Иванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій / Є. Иванов. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2007. – 332 с.
6. Иванов Є. Гоекадастрові дослідження гірничопромислових територій / Є. Иванов. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2009. – 369 с.
7. Комплекс геофізичних досліджень в межах відроблених шахтних полів рудника “Ново-Голинь” / Е.Д. Кузьменко, В.І. Шамотко // Звіт з науково-дослідної роботи. – Львів : Карпатське відділення Інституту геофізики НАНУ, 1996. – 148 с.
8. Комплексна інтегрована інтерпретація геолого-геофізичних даних з метою виявлення розвитку карстових процесів в межах північного борту Домбровського кар'єру та простеження зон активної фільтрації р. Сівка в кар'єру у режимі моніторингу : звіт по темі 1/2009-К. – м. Івано-Франківськ : Науково-дослідний інститут гідроекології, інженерної геології та екогеології, 2009. – 48 с.