

Рис. 1 - Траектория движения частиц фосфогипса при пневмотранспортировании

Тогда формула высоты дегидрататора принимает вид:

$$H = kl \quad (27)$$

где  $k$  - коэффициент, учитывающий непрямолинейность движения частиц материала и продолжения теплообмена в циклонах и соединительных трубах. В настоящее время величина этого коэффициента уточняется.

### Вывод

Предложена математическая модель взаимосвязи между гидравлическим диаметром дегидрататора и основными параметрами теплоносителя и твердой взвеси в нем, которая позволяет при определении гидравлического диаметра учитывать не только характеристику теплоносителя, но и основные параметры частиц материала, взвешенных в газовом потоке. Такая модель учитывает минимальные газозагрязнения окружающей среды.

### Литература

1. Соколов В. Н. Машины и аппараты химических производств / В.Н. Соколов. - Л: Машиностроение. - 1982. - С. 300-306.
2. Воробьев Х.С. Теплотехнические расчеты цементных печей и аппаратов / Х.С. Воробьев, Д.Я. Мазуров. - М: Высшая школа. - 1982. - 350 с.
3. Левченко П. В. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности / П. В. Левченко. - М: Высшая школа. - 1968. - С. 230-234.

УДК 502.37:502.35:553.62

## ПРОБЛЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ В КАЛУСЬКОМУ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОМУ РАЙОНІ

Рудько Г.І., Петришин В.Ю.

Державна комісія України по запасах корисних копалин,  
вул. Кутузова 18/7, 01133, м. Київ,  
geology1982@ukr.net

Проведено аналіз екологічно небезпечних об'єктів Калушського гірничопромислового району, геологічної будови та гідрогеологічних умов залягання солоносних формацій Прикарпатського прогину. Показано основні характерні особливості мінерального складу та петрографічних характеристик покладів калійних солей. Запропоновано варіанти ліквідації Домбровського кар'єру ДП «Калійний завод». Стратегічні перспективи Передкарпаття пов'язані саме з відродженням калійного виробництва. Один з ефективних засобів розв'язання екологічних проблем Калуша і Прикарпаття - це переробка розсолів Домбровського кар'єру, що збереже родовище, значні бюджетні кошти на охорону довкілля, дасть країні цінні калійні добрива. *Ключові слова:* солоносна формація, геологічна будова, екологічна проблема, поклади солей, калійні добрива, охорона довкілля.

**Проблеми стабилизации экологической ситуации в Калушском горнопромышленном районе.** Рудько Г.И., Петришин В.Ю. Проведен анализ экологически опасных объектов Калушского горнопромышленного района, геологического строения и гидрогеологических условий залегания солоносных формаций Прикарпатского прогиба. Показаны основные характерные особенности минерального состава и петрографических характеристик залежей калийных солей. Предложены варианты ликвидации Домбровского карьера ГП «Калийный завод». Стратегические перспективы Прикарпатья связаны именно с возрождением калийного производства. Один из эффективных способов решения экологических проблем Калуша и Прикарпатья - это переработка рассола Домбровского карьера, что сохранит месторождение, значительные бюджетные средства на охрану окружающей среды, даст стране ценные калийные удобрения. *Ключевые слова:* солоносная формация, геологическое строение, экологическая проблема, залежи солей, калийные удобрения, охрана окружающей среды.

**Problems of ecological situation stabilization in Kalush mining region.** Rudko G., Petryshyn V. The present paper analyzes ecologically hazardous objects of Kalush mining region with geological structure and hydrogeological conditions of salt formation occurrences within the Precarpathian foredeep. The basic characteristic features of mineral composition and petrographic characteristics of potassium salts were presented. Liquidation variants of Dombrovskiy quarry of State Enterprise "Potassium Plant" were proposed. Strategic perspectives of Carpathian region are connected with the renewal of potassium production. One of the most effective means of solving environmental problems for Kalush and Carpathian regions - operation of brine processing in Dombrovskiy quarry. It will save the deposit and significant budget funds, allocated today for environmental protection and provide the country with valuable potassium fertilizers. *Keywords:* salt formation, geological structure, environmental issue, deposits of salt, potash, environment.

Для України на поточному етапі розвитку та в її найближчому майбутньому все зростаюче значення матиме проблема закриття гірничих

підприємств та трансформації техногенних ландшафтів в природний стан з точки зору технічних, технологічних, економічних умов в контексті розв'язання пріоритетних екологічних проблем. Значна кількість гірничопромислових комплексів вже реалізувала свій економічно доцільний ресурсний резерв корисних копалин або потребує нової методологічної основи щодо реалізації екологічної безпеки довкілля. Необхідно визначити основні оптимізаційні заходи для керованого контролю станом довкілля після завершення гірничодобувної діяльності та ліквідації гірничопромислового комплексу. Шляхом системного підходу до наукового вирішення гірничо-екологічних завдань.

Гірничодобувні підприємства є природно-техногенними системами (ПТС), що формуються в зоні активної взаємодії техногенного об'єкта і геологічного середовища (ГС) та мають обмежений період функціонування. На сьогодні більшість ПТС соленосної провінції Західного регіону України перебувають на стадіях ліквідації і постліквідації.

Розробка родовищ калійних солей у Передкарпатті традиційними методами за останні десятиріччя посилила процеси просідання земної поверхні, провалоутворення, ерозії, суфозії тощо. У зонах карстопроальної небезпеки опинилися території шахт, кар'єрів і значні за площею ділянки за їхніми межами, що створило реальну загрозу проживанню населення.

Відомості про наявність у надрах Прикарпаття солей та характерні особливості цих покладів почали усвідомлюватися задовго до їх спеціального наукового дослідження.

На території сучасної Західної України (в минулому Галіції) солеваріння з використанням розсільних горизонтів, які розкривалися за допомогою криниць, зародилося ще за декілька віків до нашої ери. За свідченням древньогрецького історика Геродота, галіційська сіль у V столітті до нашої ери відправлялась на Схід, у Скіфію. Відомі в наш час солевиварювальні заводи у Західній Україні нараховують до 600 років свого існування: соляні криниці в Уторопах відомі з 1367 року, Долинський сільзавод працював у 1537 році, Калуський із 1580 року, Дрогобицький з XIV століття.

Доречно нагадати, що сама назва нашого краю – Галичина (Галіція) походить від грецького галос – сіль. Тобто, територія розташована в підніжжі Карпат отримала свою назву за ознакою наявності в надрах покладів корисних копалин і сприймалася у свідомості тогочасних суспільств як соляний край.

Перше усвідомлене виявлення в соляній товщі Калуського рудника калійних солей відноситься до початку позаминулого століття. Однак довгий час ці відкриття не мали жодного позитивного значення, оскільки цінність калійних солей у той час ще не була встановлена. Навпаки, вони приносили шкоду, оскільки сіль, яку виварювали з розсолу, що містив домішку калійних солей, набувала гіркої смаку і її ніхто не хотів купувати.

Калійні солі, які згодом виявилися каїнітом, виявлені у 1804 р. на глибині близько 50 м при розширенні стовбура шахти IV.

У 1826 і 1834 р.р. у Калуші був відкритий сильвін при заглибленні шахти VII і виконанні навколостовбурних робіт.

Першими системними геологічними дослідженнями території українського Прикарпаття вважаються роботи, які розпочалися з 1887 року для складання «Атласу Галіції». У процесі проведення поверхневих зйомочних робіт, пошукового і розвідувального буріння, а також вивчення та узагальнення даних, одержаних при експлуатації соляних рудників, визначено принципи закономірності будови соленосних товщ Прикарпаття. Особливо значні заслуги у вирішенні багатьох проблем пізнання геології краю належать Р.Зуберу.

З початку 40 років минулого століття вивчення соленосних відкладів продовжилися. В цей час виконано надзвичайно великий об'єм пошуково-розвідувальних та спеціальних тематичних робіт.

Теоретичний рівень узагальнень в цей період, порівняно з попередніми етапами, надзвичайно виріс. Попри те, що дані, які отримувалися в підсумку геологорозвідувальних робіт, часто суперечили загальноприйнятій теорії, їх узагальнення у більшості випадків здійснювалося головним чином з точки зору відповідності евапоритовій гіпотезі галогенезу. Цей етап у першу чергу пов'язаний з іменами А.Іванова, С.Кореневського. Пізніше долучилися Я.Яржемський, М.Валяшко, В.Лобанова, М.Коробцова, С.Ходькова. Питанню стратиграфії молас прогину та положенню в їх розрізі соленосних товщ присвячені роботи О. Вялова, Н. Субботіної, В. Глушка, Л.Пішванової та ін. У останній період (1960–2000 роки) цими питаннями займалися Н.Джинорідзе, М.Клімов, Д.Хруцов. Геохімічним закономірностям формування солей

присвячені роботи О.Петриченка і В.Ковалевича, П.Білоніжки. Питання геологічної будови окремих калійних родовищ, характеристики мінерального складу порід висвітлювалися в роботах В. Ступніцького, Ю. Кудрявцева, С. Корія, С. Гринів.

Значна частка інформації щодо поширення калієносних площ та параметрів розвитку пластів на глибину отримана дослідниками Львівської ГРЕ, зокрема Моршинської партії. Надзвичайно важлива робота щодо деталізації будови покладів виконана колективами геологів на Калуських і Стебницьких калійних рудниках.

### 1. Мінерало-петрографічна характеристика покладів калійних солей

Насамперед, необхідно підкреслити, що мінеральний склад та петрографічні особливості Прикарпатських покладів калійних солей є унікальними. Вони досить складні і багатоманітні, а пізнання закономірностей їх становлення має не лише теоретичне, але й надзвичайно важливе практичне значення.

Відомо, що коли в більшості калієносних товщ світу (які мають переважно хлоридну мінералізацію) є тричотири соляні мінерали, то у прикарпатських галогенних товщах їх виявлено близько двадцяти. Факт наявності такої кількості мінералів є надзвичайно цікавим і важливим явищем. Це свідчить про досить складні обставини формування сучасного вигляду соленосних відкладів. Якщо характеризувати калієносні поклади Прикарпаття в цілому, то необхідно відзначити, що головними продуктивними пороудоут-

ворюючими мінералами є сульфати, серед яких переважають каїніт та лангбейніт. Значення кожного з них на різних ділянках поширення є різним, але майже завжди у породі присутні у різних співвідношеннях обидва мінерали. Вони утворюють основні промислові типи руд, які навіть у межах одного покладу можуть неодноразово переходити один у інший. Найбільш поширеними є каїнітова, каїніт-лангбейнітова, лангбейніт-каїнітова, лангбейнітова руда. Прикарпатські поклади мають полімінеральний характер, тому у продуктивних породах у різних співвідношеннях до названих основних мінералів дода-

ються кізєрит, полігаліт, сільвін, пікромєрит, карналіт, епсоміт, ангідрит, глазерит, леоніт, льовеїт.

## 2. Коротка характеристика сучасного стану Калуського гірничопромислового району

Гірничо-хімічне підприємство ДП «Калійний завод» ВАТ «Оріана» (колишній Калуський хіміко-металургійний комбінат КХМК) було створено в числі крупних підприємств колишнього Радянського Союзу за спеціальною постановою ЦК і Кабміну СРСР про будівництво об'єктів «великої хімії».

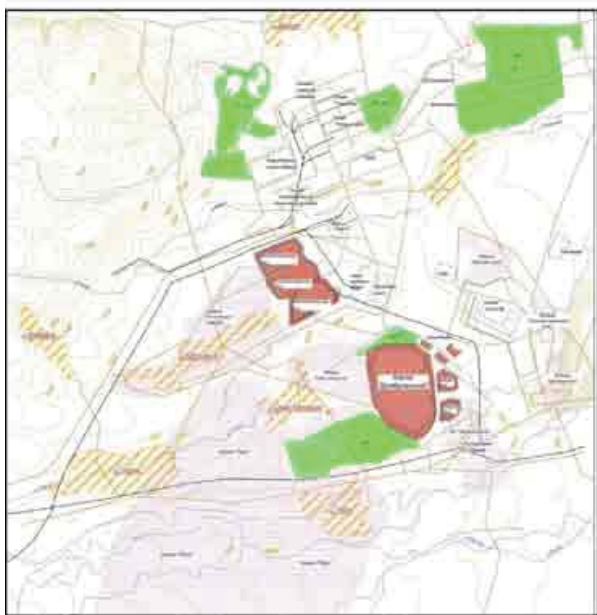


Рис. 1 Схема розташування об'єктів гірничопромислового району

Протягом багатьох років КХМК займав одне з провідних місць з виробництва мінеральних калійних добрив,

металевого магнію та інших цінних речовин.

Валова продукція підприємства в окремі роки становила 1 % ВВП України. В складі підприємства працювали підземні рудники (а пізніше і єдиний в світовій практиці кар'єр) з видобутку калійної руди, технологічний переробний комплекс з виробництва калійних добрив потужністю 2,5 млн т по руді, магнієвий завод з випуском до 18 тис. т магнію на рік.

Підприємство створено на базі калуської групи крупного Калуш-Голинського родовища калійних солей, розвідані запаси якого становлять 442 млн т руди. Об'єкти підприємства розташовані на площі 1046,5 га. Кіль-

кість будівель і споруд, що знаходяться на балансі підприємства, перевищує 360 одиниць; механізмів та обладнання – більше 1900 одиниць.

Останнім часом до структури підприємства ДП «Калійний завод» входили:

- Домбровський кар'єр;
- рудник «Ново-Голинь»;
- рудник «Пійло»;
- технологічний переробний комплекс у складі 11 цехів;
- хвостове господарство в складі трьох хвостосховищ з шламонакопичувачами.



Рис. 2 Загальний вигляд структури підприємства ДП «Калійний завод» на космонавічній зйомці Google Earth

Підприємство працювало за комбінованою галургійно-флотаційною схемою і випускало якісне калійне добриво – калімагнієзю.

Для зменшення вилучення корисних речовин планувався перехід на більш прогресивну галургійну схему переробки руди – повне розчинення. На заміну рудників, що відробили свої

запаси, «Голинь», «Ново-Голинь» було розпочато будівництво нового рудника «Пійло» потужністю 3,0 млн т руди на рік. Зі зміною ринкових умов виробництво добрив і металевого магнію стало зменшуватись, а з часом повністю припинилось. Повністю було припинено і капітальне будівництво. Так, по руднику «Пійло»

будівництво було припинено, незважаючи на те, що по ньому було засвоєно більше 40 % капікладень.

Протягом кількох останніх років гірничо-видобувні підрозділи та переробний комплекс не працюють, а саме підприємство знаходиться на грані банкрутства.

На базі калійного заводу працює лише невелике закрите акціонерне товариство «Магній», яке вийшло з складу заводу (виробництво «Магній» працює на привізній сировині – бішофіті). Отже, підприємство як діюче виробництво практично вже перебуває в стадії закриття.

Розробка родовищ калійних солей вкрай негативно впливає на стан навколишнього природного середовища, а особливо при експлуатації Домбровського кар'єру, якому немає аналогів у світовій практиці. Негативний вплив проявляється через особливість соленосних порід легко розчинятися у водному середовищі, що призводить до змін природного стану гірничих порід, ґрунтів, підземних і поверхневих вод і ін. У межах виробничої діяльності ДП «Калійний завод» виникли техногенно-екологічні процеси: просідання земної поверхні, утворення провальних воронок, зсувів, карстів, забруднення ґрунтів, поверхневих та підземних вод. На підприємстві склалася вкрай критична техногенно-екологічна ситуація, яка з кожним днем загострюється. У зв'язку з скрутним фінансово-економічним станом, відсутністю обігових коштів завод неспроможний за власні кошти вирішувати існуючі екологічні проблеми, тому для їх вирішення необхідне бюджетне фінансування як

на обласному, так і державному рівнях.

### 3. Коротка характеристика екологічно небезпечних об'єктів

*Домбровський кар'єр*, розвіданий ще в 30-х роках минулого століття, - єдиний у світі гірничий об'єкт, де видобуток солі здійснювали відкритим способом, оскільки 100-метровий поклад цінних солей лежав буквально на поверхні. Експлуатували його з 1967 р., видобуто 33 мільйони тонн руди – менше половини розвіданих запасів. Займає площу 64 га. Об'єм виробленого простору – 52,5 мільйона кубічних метрів.

Як сировинна база Домбровський кар'єр із самого початку входив у структуру калузького заводу з виробництва калійних добрив. У 1990-ті роки підприємство потрапило у шторм економічних перетворень і так з нього і не вийшло. У січні 2008 року ДП «Калійний завод «Оріана» призупинив виробництво. Юридично він діє. Кар'єр потонув першим: воду, що просочувалася з-під землі в його гігантську вирву і потрапляла з атмосферними опадами, не було кому і чим відкачувати – насосну техніку знеструмили через борги за енергоносії.

Проектна потужність кар'єру – 1,25 млн т руди. Розробка велась двома дільницями: південною і північною.

Домбровський кар'єр витягнутий з півдня на північ з розмірами в плані 1900-х 900 м. Абсолютні позначки поверхні коливаються від 298 до 305м. Південна частина повністю відроблена в 1985 р. до позначки +173 м з площею по дну 8 тис. м<sup>2</sup> (90 x 110 м). По-

чинаючи з 180 м форма по дну змінюється і вже на позначці 200 м кар'єр витягнутий в південно-західному напрямку з розмірами 160 x 460 м. Південна частина відділена від північної природною перемичкою з позначками гребеню 254 – 258 м.

Площа кар'єру на рівні гребня перемички становить 460 тис. м<sup>2</sup>, у тому числі: північна частина - 220 тис. м<sup>2</sup>, південна частина - 240 тис. м<sup>2</sup>. Борти кар'єру в межах південної частини значно крутіші, ніж в північній.



Фото. 1. Загальний вигляд Домбровського кар'єру Калузько-Голіньського родовища калійних солей

Залишкові запаси становлять 33,2 млн. т руди, в тому числі: вище позначки +235 м – 2,56 млн т і нижче +235 м, які вимагають поглиблення кар'єру - 30,64 млн т.

Південна дільниця на сьогодні заповнена розсолами в кількості 5,2 млн м<sup>3</sup>, рівень розсолів становить +253,2 м.

Накопичення розсолів в кар'єрі унеможливує проведення видобувних робіт. У кар'єрі внаслідок розчинення атмосферними опадами соляних та соленосних порід постійно відбувається процес карстоутворення та накопичується до 1,3 млн м<sup>3</sup> розсолів на рік.

Роботи в кар'єрі велися за транспортною системою розробки з транспортуванням розкривних порід автосамоскидами у зовнішні та внутрішні відвали, руди – до цеху дроблення. Розпушення руди та скельних розкривних порід проводили буровибуховим способом. Рихлі розкривні породи розробляли чотирма уступами висотою до 10 м з організацією селективної виїмки: ґрунтово-рослинного шару, суглинків, галечників та гіпсово-глинистої «шляпи»; скельні розкривні породи та рудний поклад – уступами висотою до 15 м.

Суглинисті ґрунти, галечники та гіпсово-глиниста «шляпа» використовувались для будівництва дамб обвалувань хвостосховищ та влаштування ґрунтово-зних доріг.

До гірничодобувного комплексу Домбровського кар'єру входили відвали № 1 та № 4 розкривних солевміщуючих порід; розсолозбірники, що розташовані на прилеглий до кар'єру території, та дренажна траншея.

На північно-східному відрізку дренажної траншеї відбувається процес розвитку карстових утворень. На східній ділянці дрени вздовж зовнішніх відвалів № 1 та № 2 мають місце чисельні зсуви порід укусу дрени. Одночасно дренаж руйнують некеровані атмосферні води, що стікають з відвалів, які прилягають до дрени.

На дні траншеї утворюються завали ґрунту, в межах яких концентруються значні скучення води.

Поверхневі води з території між верхньою бровкою борту кар'єру та кільцевою дренажною траншеєю перехоплюються системою відкритих каналів глибиною до 1,5 м та відводяться за межі кар'єру в р. Сівку.

Згідно даних ДП «Калійний завод» середня кількість відкачування прісних вод з дренажної траншеї дренажною насосною станцією № 1 становила 310 тис. м<sup>3</sup> на рік; дренажною насосною станцією № 2 – 140 тис. м<sup>3</sup>/рік. Відповідно, ці основні споруди водовідливу забезпечували відкачування прісних вод за межі кар'єру.

#### **Зовнішні відвали. Характеристика відвалу № 1**

Складування розкривних порід з Домбровського кар'єру у відвал № 1 розпочато у 1967 році. Екранування основи солевідвалу не здійснювалось.

З метою збору розсолів з відвалу, по периметру бортів влаштовано розсолозбірні канали з нахилом до розсолозбірників, з яких розсоли відкачувалися в акумулюючі ємкості. Кількість розсолів, які щорічно збиралися з відвалу № 1, становлять у середньому 370 тис. м<sup>3</sup> на рік.

Площа солевідвалу № 1 – близько 50 га. Складування розкривних порід у відвал здійснювалось уступами висотою 14 м (у середньому) кожний, поки висота відвалу не досягла 50 м.

Проведеними НДІ «Галургія» дослідженнями встановлено, що розсоли в солевідвалі № 1 утворюються трьома шляхами:

- за рахунок розчинення легкорозчинних соленосних порід відвалу атмосферними опадами;
- за результатами змін температури та вологості повітря та конденсації атмосферної вологи;
- утворення частини розсолів під силою гравітації та ваги шарів.

За даними останніх випробувань, мінералізація цих розсолів змінюється від 260 до 400 г/л і більше.

Схили відвалу інтенсивно прорізаються потоками, які проникають вглиб тіла відвалу. Розсоли, що утворюються, на даний час не перехоплюються розсолозбірними каналами, оскільки вони сильно замулені.

На декількох ділянках борти нижньої площадки розмиті, високо мінералізовані води розтікаються на прилеглу територію, просочуються у ґрунтові води та в р. Сівка.

З більшої частини південного та західного схилів солевідвалу розсоли стікають в дренажну траншею.

За результатом дії атмосферних опадів утворюються карсти. За даними НДІ «Галургія» за 10 років

експлуатації з солевідвалу було вилучено 780 тис. т солей.

#### **Характеристика відвалу № 4**

Складування порід у відвал № 4 розпочалося з середини 1979 року. Площа основи відвалу № 4 становить 39 га. Складування здійснювалось у два яруси висотою по 15 м. В середині дев'яностих років було виконано технічну рекультивацию відвалу на площі 33,5 га.

Технічна рекультивация полягала у перекритті тіла солевідвалу гравійно-галечниковими породами. Згідно проекту передбачалось виконання біологічної рекультивациі.

Під дією атмосферних опадів соляні породи відвалу розчиняються, утворюючи розсоли. Для їх збору навколо відвалу були прокладені водовловлюючі канали, по яких мінералізовані води та розсоли спрямовувались у водозбірники та перекачувались в акумулюючу ємність № 1.

На даний час розсолозбірні канали замулені, перегорожені зсувами, насосні станції та розсолопровід розуккомплектовані, не працюють. Розсоли вільно розтікаються по прилеглий території. В районі солевідвалів розвивається ареал засолення вод, що розширюється на південь в напрямі руху підземних вод.

З вищенаведеного можна зробити висновок: в першу чергу необхідно створювати умови для організованого збору та відведення стоку лотками за межі відвалів.

#### **4. Інженерно-геологічні умови ділянок хвостосховищ**

У геоморфологічному відношенні ділянка розташування хвостосховищ знаходиться в межах калузької

аккумулятивної котловини, на III-й терасі р. Лімниця. Поверхня площадок хвостосховищ загалом рівна з невеликим нахилом до русла р. Кропивник.

Абсолютні відмітки денної поверхні коливаються в інтервалі 305,00-310,00 м.

У геологічному розрізі ділянки розташування хвостосховищ приймають участь породи четвертинного віку та міоценові відклади. З поверхні четвертинні відклади представлені алювіально-делювіальними суглинками потужністю від 4 до 11 м з незначними лінзами супісків та глин.

Суглинки жовтувато-сірі, сірувато-жовті, рідше сірі з блакитно-зеленкуватим відтінком.

За гранулометричним складом суглинки різноманітні, як легкі так і важкі. Однак, переважають середні пилуваті, слабо вологі, туго пластичні. В нижній частині шару на контакті з гравійно-гальковими відкладами залягають вологі, пластичні та м'якопластичні суглинки.

Аналіз фізико-механічних та фільтраційних властивостей суглинків свідчить про те, що вони характеризуються слабкою водопроникненістю з коефіцієнтом фільтрації від 0,001 до 0,01 м/добу. Такі породи при їх достатній потужності можна вважати добрим природним екраном, який перешкоджає активному проникненню солей у нижче залягаючий водонесний галечниковий горизонт.

Суглинки підстеляються сучасними і древніми водоносними алювіальними відкладами, які нерідко називають «Карпатським галечником» потужністю від 2 до 11 м. Уламковий матеріал представлений міцним пісковиком, добре окатаним. Простір між крупноуламковим матеріалом за-

повнений піском та глинистим ґрунтом. Коефіцієнт фільтрації галечникової товщі коливається від 0,926 до 6,78 м/добу.

Нижче алювіальних відкладів залягають породи гіпсово-глинистої «шляпи» та глин.

Водоносний горизонт, приурочений до алювіальних гравійно-галькових відкладів, має потужність від 2 до 11 м.

Основою хвостосховищ є товща суглинистих порід товщиною не менше 4-х метрів.

Потужність шару суглинків, яка залишилась в основі ложа хвостосховища № 1 становить у середньому 6-4 м. Дамби обвалування I-ї черги будівництва були відсіпані з суглинистих ґрунтів до відмітки гребня 321,00 м. Пізніше були виконані роботи з нарощування дамб на намитому пляжі хвостів до відмітки 332,00 м, відповідно площа основи в підніжжі дамб перевищила 80 га.

**Характеристика хвостосховища № 1.** На хвостосховищі № 1, площа якого по верху становить 60 га, заскладовані відходи збагачувальної фабрики (мул, галіти) об'ємом 15 млн м<sup>3</sup>. У 1988 р. був розроблений проект рекультивациі хвостосховища, яким передбачена гірничотехнічна і біологічна рекультивациія. Перед початком робіт з рекультивациії були проведені підготовчі роботи - замив чаші хвостосховища галітами. У 1993 р. виконано технічну рекультивациію шляхом покриття поверхні шаром суглинку та гіпсово-глинистої породи товщиною 1,5 м. Через відсутність коштів не були виконані роботи з вторинного планування чаші хвостосховища, поверхні не було задано необхідний ухил, який би забезпечу-

вав відтік води з площі хвостосховища, та не виконана біологічна рекультивациія.

Внаслідок незавершеної рекультивациії на поверхні хвостосховища утворилися карстові провали та озера, які створили умови для посиленої сконцентрованої фільтрації розсолів в навколишнє середовище.

У 1996-1997 рр. виконувались роботи з ліквідації карстових воронок, засипки вимоїн та очищення укосів дамб обвалувань від новоутворених нашарувань мірабіліту. На даний час на хвостосховищі спостерігаються наскрізні промоїни глибиною до 3 м, прогресує водна ерозія схилів та укосів. З хвостосховища вимиваються розчинні солі й витікають через укоси дамб, зложених з гравелистих ґрунтів.

З метою завершення робіт з рекультивациії хвостосховища № 1 необхідно:

- ліквідувати карсти, просідання поверхні та озера засипкою ґрунтами гіпсово-глинистої «шляпи» зони «А» з ущільненням до об'ємної ваги кістяка ґрунту в природному заляганні проходом автотранспорту та наступним екрануванням поверхні шаром глинистого ґрунту товщиною 1,0 м з ущільненням. При цьому поверхні необхідно надати ухил  $i=0,002$  з метою недопущення застою атмосферної води на поверхні екрану та її проникнення в солену товщу хвостів;

- спланувати поверхню низових укосів дамб обвалувань хвостосховища з засипкою промоїн;

- по периметру обочини гребеня дамб спланованої поверхні хвостосховища необхідно прокласти водовловлюючі збірні залізобетонні лотки;

- відвід води від водозбірних лотків у нижній б'єф виконується по водоспусках, які влаштовуються із збірних залізобетонних лотків;

- в підніжжі дамб хвостосховища влаштовується водозбірна канава з відводом води до русла р. Кропивник.

**Характеристика хвостосховища № 2.** Хвостосховище № 2 введено в експлуатацію в грудні 1984 року і в ньому накопичено 9,5 млн м<sup>3</sup> відходів калійного та магнезівового виробництв. На даний час відходи цих виробництв не складаються. В чашу хвостосховища потрапляють тільки атмосферні опади, які при контакті з галітами розчиняють останні та утворюють розсоли. Об'єм накопичених розсолів у хвостосховищі № 2 становить близько 1,7-1,8 млн м<sup>3</sup>. Рівень розсолів у хвостосховищі на даний час становить 328,29 м. Відмітка гребеня дамб обвалувань – 329,50 м. Площа хвостосховища по дзеркалу розсолів – 45 га.

Відповідно плану хвостосховище № 2 – це чотириохкутник замкнених дамб і становить по периметру 2900 м.

З відмітки 323,00 до 329,50 м дамби обвалування хвостосховища нарощувались на намитому пляжі з хвостів з привантаженням низового укосу дамб відсіпкою із гравелистих ґрунтів.

З метою захисту верхових укосів дамби від розмивання хвилями виконуються роботи з розширення дамби на намитому пляжі.

Відбувається розмивання атмосферними опадами упорної призми дамб низового укосу, відсіпаних із гравелистого ґрунту.

Перша черга хвостосховища № 2 побудована в піввімці півнісипі дамб із суглинистих ґрунтів. По ложу та внутрішніх укосах дамб обвалувань

укладений екран із поліетиленової плівки з облаштуванням захисного шару. Таке технічне рішення конструкції чаші дало можливість повністю захистити водоносний галечниковий горизонт в основі хвостосховища від забруднення. Нарощення дамб обвалувань з відмітки 323,00 до 329,50 м на намитому пляжі із суглинистих ґрунтів проведено без застосування полімерного екрану.

З метою недопущення перенаповнення чаші хвостосховища №2 розсолами за результатами проходження злив, зняття аварійних ситуацій та ліквідації фільтрації в навколишнє середовище прийнято рішення щодо опорожнення чаші хвостосховища зі скидом розсолів на дно Домбровського кар'єру. Для цього запроєктовано самопливно-напірний розсолوپровід від центральної ділянки чаші з відміткою ложа 318,00 м до дна кар'єру з відміткою 234,0 м. Конструктивно трубопровід прокладається із пластмасових труб діаметром 350 мм у траншеї глибиною до 4 м. На ділянці пересічення траси з автодорогами та іншими комунікаціями трубопровід прокладають у кожухах із сталевих труб діаметром 630x8 мм.

Для прокладання трубопроводу в чаші хвостосховища відсіпається заїзд від бровки гребеня дамби до центральної частини хвостосховища із м'яких розкритих порід Домбровського кар'єру. На кінцевій ділянці заїзду в центрі хвостосховища відсіпається площадка для розвертання транспорту розміром 12x14м. Відсіпка ґрунту виконується по мірі пониження та відкачування розсолу методом «відсіпання ґрунту у воду».

По мірі просування відсіпки заїзду влаштовуються площадки для монта-

жу пересувної мобільної установки для закачування розсолу в трубопровід та запуску сифону. Насосна установка для закачування розсолу в трубопровід обладнана насосом типу 8X-12-1,  $Q=200 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  $H=30 \text{ м.в.ст.}$  з ел/двигуном А02-82-41,  $N=55 \text{ кВт}$ . Насосна установка пересувна, влаштовується під навісом.

По борту кар'єра (по виїзній автодорозі) пластмасові труби прокладаються в ізольованому тепловому кожусі.

При заборі верхніх шарів розсолу з хвостосховища трубопровід працює як сифон, при заборі нижніх – як напірний трубопровід.

Скид розсолів з хвостосховища необхідно виконувати в теплий період року. Промивка трубопроводу виконується привізною прісною водою. Опорожнення трубопроводу від розсолів у навколишнє середовище не дозволяється.

При діаметрі трубопроводу 350 мм скид  $1,7 \text{ млн м}^3$  розсолу буде тривати близько 9 місяців.

**Шламонакопичувач.** Шламонакопичувач розташований у природній долині потічка Кропивник, русло якого відведено в штучно побудований обвідний канал. Шламонакопичувач займав площу  $25,6 \text{ га}$ , мав корисну ємність  $0,915 \text{ м}^3$  і був запроєктований в підвімці півнасіпу дамб обвалувань. Шламонакопичувач призначався для скиду мулу - шламів від цеху очистки промводи Чечвинського водосховища.

Керівництвом ВАТ «Оріана» було прийнято рішення про скид в шламонакопичувач хвостів збагачувальної фабрики калійного виробництва (мулу та галітів).

Шламонакопичувач розташований впритул до північної дамби обвалування хвостосховища №1. В шламонакопичувачі заскладовано декілька тисяч кубічних метрів мулу і галітів та  $1,3 \text{ млн м}^3$  розсолів.

Необхідно зазначити, що інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови на площі накопичувача були вивчені недостатньо. Вони виявилися складними, що зумовлено особливістю геологічної будови цієї ділянки.

Шламонакопичувач вже тривалий час перенаповнений розсолами. Зростання об'єму розміщених в ньому мінералізованих вод викликано як безпосереднім потраплянням атмосферних опадів на площу поверхні, так і стікаючими з північного борту хвостосховища №1 розсолами.

Розсоли з шламонакопичувача перетікають крізь проміоїни у кількох місцях греблі шламонакопичувача і потрапляють на прилеглу до нього територію. За останні роки спостерігається зменшення величини мінералізації розсолів від  $170\text{-}200 \text{ г/л}$ .

Нижче по схилу від шламонакопичувача розсоли потрапляють в староріччя потічка Кропивник. У межень мінералізація води в потічку досягає  $60 \text{ г/л}$ . Вниз за течією відбувається поступове розбавлення води, в гирлі мінералізація становить близько  $4 \text{ г/л}$ .

Фактично в районі хвостосховища йде формування складного протяжного ареалу забруднення природних вод.

Ліквідація та рекультивація шламонакопичувача, заповненого частково хвостами збагачувальної фабрики калійного виробництва включає:

- будівництво пересувної мобільної установки під навісом, обладнаної насосом 8X-12-1,  $Q=200 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  $H=30 \text{ м.в.ст.}$  з ел/двигуном А02-82-41,  $N=55 \text{ кВт}$ . Установка призначена для забору розсолів з шламонакопичувача і подачі по заново запроєктованому магістральному трубопроводу «Хвостосховище №2 – Домбровський кар'єр» з пластмасових труб діаметром 350 мм;

- будівництво розсоліпроводу довжиною 500 м із пластмасових труб діаметром 350 мм, які прокладаються в землі на глибині 2-х метрів від мобільної установки шламонакопичувача до під'єднання з магістральним трубопроводом;

- відкачування розсолів із шламонакопичувача в кар'єр необхідно проводити в теплий період року. Термін відкачування – 9 місяців, об'єм –  $1,3 \text{ млн м}^3$ .

Після виконання робіт із звільнення ємності шламонакопичувача від розсолів необхідно без затримки часу приступати до робіт з рекультивації чаші шламонакопичувача, не допускаючи затоплення ємності інфільтраційними водами.

Гірничотехнічна рекультивація шламонакопичувача проводиться шляхом завезення та укладання відвальних ґрунтів гіпсово-глинистої «шляпи» з відвалу №1 Домбровського кар'єру з пошаровим розрівнюванням та плануванням поверхні.

Планування поверхні необхідно проводити з ухилом 2-3% з метою відтоку атмосферних вод за межі шламонакопичувача. По спланованій поверхні укладається екранований шар глинистих та суглинистих ґрунтів товщиною  $0,5 \text{ м}$ , які можна розробити

на західній дамбі хвостосховища №3. Поверх суглинистого екрану наноситься рослинний ґрунт товщиною шару  $15 \text{ см}$  під посів трав.

Об'єм Домбровського кар'єру до рівня затоплення водою ( $296 \text{ м}$ ) становить  $43,7 \text{ млн.}^3$  (табл. 1).

Щорічно у кар'єрі, внаслідок розчинення соляних покладів атмосферними опадами утворюється  $1,2\text{-}1,4 \text{ млн м}^3$  розсолів. В даний час ці розсоли використовуються для заповнення порожнин рудника «Ново-Голинь». Після закінчення ліквідаційних робіт на руднику розсоли будуть акумулюватися у кар'єрі, з часом його заповнять і самопливом вилитимуться у водні об'єкти та проникати у підземний водоносний горизонт. Існує ймовірність проникнення вод з р. Сівки в паводковий період через карстові "канали", що може призвести до затоплення кар'єру. Такий стан призведе до небезпечної ситуації, оскільки розсоли постійно будуть забруднювати річку Лімницю і Дністер. Ріка Дністер є джерелом водопостачання населених пунктів України та Молдови. Питання утилізації розсолів із Домбровського кар'єру на сьогодні не вирішено.

У 2000 році через економічні проблеми видобуток на ньому припинили. Нині в Україні зовсім не виробляють калійних добрив, їх закуповують у Білорусі та Росії. У 2010 році уряд заявив про плани реорганізувати завод у державне підприємство, провести тендер на залучення інвестицій для відновлення виробництва протягом двох років. Минуло три роки. Кар'єр природним шляхом затоплює вода, яка розчиняє розкриті в ньому соляні поклади.

Таблиця 1. Об'єм ємкості Домбровського кар'єру

Горизонт	Площа, тис.м <sup>2</sup>	Висота, м	Середня площа, тис.м <sup>2</sup>	Об'єм, тис.м <sup>3</sup>	Наростаючий об'єм, тис.м <sup>3</sup>	Наростаючий об'єм з врахуванням Північної і Південної нижніх частин, тис.м <sup>3</sup>
Північний кар'єр						
235м	33,3	-	-	-	-	-
240м	62,3	5	47,8	239,0	239,0	-
250м	150,4	10	106,4	1063,5	1302,5	-
Південний кар'єр						
170м	8,0	-	-	-	-	-
180м	12,6	10	10,3	103,0	103,0	-
190м	26,8	10	19,7	197,0	300,0	-
200м	49,3	10	38,1	380,5	680,5	-
210м	65,2	11	57,3	629,8	1310,3	-
220м	77,4	12	71,3	855,6	2165,9	-
230м	106,3	13	91,9	1194,1	3359,9	-
240м	141,2	14	123,8	1732,5	5092,4	-
250м	166,6	15	153,9	2308,5	7400,9	-
Об'єднана зона						
250м	317,0	-	-	-	-	8703,4
260м	464,1	10	390,6	3905,5	3905,5	12608,9
270м	629,3	10	546,7	5467,0	9372,5	18075,9
280м	923,6	10	776,5	7764,5	17137,0	25840,4
290м	1159,6	10	1041,6	10416,0	27553,0	36256,4
296м	1324,1	6	1241,9	7451,1	35004,1	43707,5

Рудник "Калуш" експлуатувався більше ста років. Розглядається в межах чотирьох рудних полів, де проводили підземні відпрацювання калійних солей.

При ліквідації рудника «Калуш» шляхом заповнення виробленого простору високо мінералізованими розсолами охорона оточуючого середовища зводилась до охорони водоносного горизонту середньочетвертинних алювіальних відкладів та поверхневих водотоків від можливого засолення.

Оскільки в межах гірничого відводу рудника відпрацьований простір відділений від четвертинних відкладів потужною товщею (понад 50 м) водонепроникних порід, то потенційними каналами надходження шахтних розсолів у водоносний горизонт можуть служити шахтні стовбури

(стволи), розвідувальні свердловини, провальні суфозійні лійки.

Відомості про провальні лійки в районі рудника «Калуш» наведені в таблиці 2.

Просторова відокремленість відпрацьованих ділянок шахтного поля, різні параметри залягання та мінерального складу рудних відкладів, наявність провалоутворень, а також ступінь порушення і просідання земної поверхні вимагали автономного заповнення відпрацьованих просторів.

З цієї метою шахтне поле було поділене на 2 частини. В одну входять виробки Центрального поля, в другу – Північного каїнітового і Північного сільвінітового полів. Виходячи із гірничо-геологічних умов, наявного матеріалу для заповнення виробок, досвіду ліквідації соляних рудників та

економічної доцільності був застосований комбінований спосіб ліквідації рудника «Калуш» шляхом гідралічної закладки Центрального та

Північного каїнітових полів відходами сульфатної фабрики і затоплення Північного сільвінітового поля лужною пульпою.

Таблиця 2. Характеристика провальних ліжок на руднику «Калуш».

№ з/п	Рудне поле, номер провальної лійки та її місцезнаходження	Дата утворення	Розміри				Спосіб ліквідації
			Довжина, м	Ширина, м	Глибина, м	Об'єм, м <sup>3</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Центральне поле, лійка № 2, район стовбура № 6	10.03.75	2,5	2,0	4,0	20,0	Засипані породами гіпсоглинистої «шапки»
2	Центральне поле, лійка № 1, район стовбура № 6	10.12.75	2,5	2,5	4,6	28,75	
3	Центральне поле, лійка № 3, район стовбура № 6	04.03.80	6,5	4,5	4,0	111,0	
4	Центральне поле, лійка № 6, район стовбура № 6	26.01.86	11,5	11,0	8,0	1012,0	
5	Північне каїнітове поле, лійка № 4, лівий борт р. Сивка	14.03.85	6,0	5,2	2,5	9,36	
6	Північне каїнітове поле, лійка № 4а, лівий борт р. Сивка	04.09.85	2,5	1,5	2,5	9,36	
7	Північне каїнітове поле, лійка № 4б, лівий борт р. Сивка	04.09.85	4,5	1,5	1,0	6,8	
8	Північне каїнітове поле, лійка № 4в, лівий борт р. Сивка	11.09.85	2,0	2,0	2,0	8,0	
9	Північне каїнітове поле, лійка № 4в, лівий борт р. Сивка	23.02.87	1,2	1,2	0,7	1,0	
10	Північне каїнітове поле, вул. Пархоменка, лійка № 7	07.06.87	18,8	6,8	8,0	2827,6	
11	Північне каїнітове поле, вул. Пархоменка, лійка № 5	27.06.85	15,0	15,0	7,0	1575,0	
12	Північне каїнітове поле, вул. Пархоменка, лійка № 8	29.09.90	14,0	14,0	7,0	1572,0	

Починаючи з 1976 р., а потім активніше з 1984 р. почалися істотні зміни гірничо-геологічних та гідрологічних умов, процеси неконтрольованого затоплення Центрального (1976 р.) і Північного каїнітового (1984 р.) полів. Загальний видобуток становив близько 100 м<sup>3</sup>/добу, а станом на 1.11.1987 р. у відпрацьований простір поступило близько 160 тис. м<sup>3</sup> підземних вод, а на початок 1989 р. – 185 тис. м<sup>3</sup>.

Неконтрольоване природне затоплення прісними водами гірничих ви-

робок створило ситуацію в цілому районі. Почалося активне розмивання, розчинення, а внаслідок зменшення несучої здатності міжкамерних ціликів і утворення поверхневих ліжок, просідання поверхні.

З 1988 р. почалося затоплення насиченими розсолами відпрацьованих пустот об'ємом 1,14 млн м<sup>3</sup> Центрального каїнітового поля, а з лютого 1989 р. – Північного каїнітового поля. Закачка розсолів була закінчена в липні 1990 року. Всього закачано в рудник



2370 тис. м<sup>3</sup> розсолів з мінералізацією 321-376 г/дм<sup>3</sup> і питомою вагою 1,23-1,25 г/см<sup>3</sup>. У процесі ліквідації робіт і після їх завершення на руднику «Калуш» здійснюється контроль за процесами, що відбуваються у надсолевих породах над гірничими виробками шляхом проведення регулярних інструментальних маркшейдерських спостережень.

Організована сітка гідрогеологічних свердловин для спостереження за процесами затоплювання і відбору проб розсолів на повний хімічний аналіз. Спостереження показали, що існує гідравлічний зв'язок вод галечникового горизонту з розсолами, які заповнили гірничі виробки.

Проведені площинні дослідження однозначно підтверджують найбільшу схильність до провалуотворення Північного кайнітового поля, де в районі лійок, що утворились раніше на площі близько 1 га, створилось блюдцеподібне пониження глибиною до 2 м, затоплене в центральній своїй частині водою. Аналогічна депресія утворилась в районі лійки № 7 з утворення сітки тріщин. Обстеження Північного сільвінітового і Хотинського полів показали плавне опускання земної поверхні без розриву її цілісності.

Дослідження підтверджують, що підвищена солоність підземних вод здебільшого пов'язана з поверхневими водами р. Сивки, які поступають уже засоленими з Домбровського кар'єру. Сама проблема засолення гравійно-галечникового водоносного горизонту є похідною від процесів осідання поверхні і утворення провалів. Механізм можливого засолення розглядається як замкнена система – води гравійно-галечникового горизон-

ту, поступаючи і змішуючись з шахтними водами, на шляху свого руху розчиняють солі гіпсово-глинистої шляпи і ціликів, що призводить до просідання поверхні. Створений тиск усередині відпрацьованих виробок витиску висомінералізовані води по вже створених шляхах в гравійно-галечниковий горизонт.

Процеси розчинення солей ціликів, починаючи з 1976 р., послаблюють цілісність і міцність гіпсово-глинистої шляпи і створюють умови для просідання земної поверхні та провалуотворення.

На даний момент встановилась зональна рівновага і провали, що відбулися – не що інше, як залишкова реакція попередніх процесів.

Можна зробити висновок, що розвиток небезпечних процесів провалуотворення і просідання земної поверхні безпосередньо залежать від надходження прісних вод з гравійно-галечникового горизонту у відпрацьований простір.

**Рудник "Ново-Голинь"** експлуатувався з 1966 по 1995 рр. За час роботи утворилося 12 млн м<sup>3</sup> підземних порожнин. Ліквідація рудника розпочата в 1996 р. Станом на 01.01.2005 р., у гірничі виробки подано 7,7 млн. м розсолів. У зону підробки гірничими виробками земної поверхні потраплять 285 будинків с. Кропивник та 304 будинки с. Сівка - Калуська. Ліквідація рудника за браком коштів виконується з відставанням від проектного графіка. Несвоєчасне заповнення розсолами відпрацьованих порожнин може призвести до деформації земної поверхні і руйнації житлового фонду. Спеціальних спостережень за станом поверхні та зміною фізичних властивостей гірничих порід над

шахтними полями не проводиться через відсутність коштів.

Основним завданням рудника „Ново-Голинь” є прискорення повної заливки його порожнин.

З цією метою передбачається:

1) Зміна схеми подачі розсолів з кар'єру в рудник. Перекачування розсолів організується з Південної дільниці кар'єру однією насосною станцією безпосередньо в заливочну свердловину, мінаючи акумулюючі ємності. Це забезпечує економію електроенергії, виключає розбавлення розсолів (що подаються в рудник) атмосферними опадами, дозволяє звільнити ємності від розсолу і підготувати їх під рекультивуацію.

В насосній станції Південного кар'єру передбачається встановлення потужних насосів ЦНС-300/180 (1 робочий, 1 резервний), продуктивність кожного з яких при роботі 240 днів на рік забезпечить подачу в рудник до 1700 тис. м<sup>3</sup> розсолу. Для подачі розсолу передбачається трубопровід діаметром 325x5 мм довжиною 900 м. Заливку розсолу при цьому передбачається вести в двох точках – по існуючій заливочній свердловині і по трубопроводу, прокладеному в стволі «Головний».

Трубопровід, що йде до ствола «Головний», і в сам ствол передбачається відремонтувати.

2) Для забезпечення подачі в рудник розсолу проектної концентрації (1,235 г/л) забір розсолу в кар'єрі передбачається здійснювати з глибини 15-20 м.

3) Як було сказано вище, на руднику окрім основних незаповнених порожнин залишаються повітряні „подушки” в об'ємі 1201,8 тис. м<sup>3</sup>. Первинним проектом ліквідації рудника

передбачалось їх обов'язкове заповнення розсолами з виконанням необхідних робіт з бурінням заливочних повітровідвідних свердловин та гірничих виробіток.

У минулі роки саме так були ліквідовані 402,4 тис. м<sup>3</sup> із загальних 1604,2 тис. м<sup>3</sup>.

На даний час неможливо ліквідувати всі „подушки”, оскільки вони залишилися на значній кількості видобувних камер. У даному проекті передбачається заповнити основні з них в камерах пластів ЛК-2, ЛК-1зах, К3, К4, К6 з об'ємом 628 тис. м<sup>3</sup>. Для цього намічається пробурити 5 заливочних свердловин глибиною 100 м діаметром обсадної труби 299 мм і 5 повітровідвідних порожнин глибиною 100 м з обсадною колоною діаметром до 100 мм.

**Рудник "Голинь"** експлуатувався з 1930 по 1972 рр., загальний об'єм порожнин склав 1,7 млн. м<sup>3</sup>. Враховуючи гірничотехнічний стан рудника і те, що процес осідання земної поверхні над шахтним полем перебуває на стадії затухання, інститутом "Галургії" було рекомендовано підземні порожнини рудника заповнювати розсолами лише у випадку аварійних ситуацій надходження води в гірничі виробки, різке просідання земної поверхні). Для виконання цих робіт передбачено буріння спеціальної свердловини та прокладка трубопроводу для подачі розсолів у шахту. Кошти на проведення цих робіт не передбачені. Спеціальних спостережень за поверхнею не проводиться через відсутність коштів.

**Акумулюючі басейни №1 та №2 Домбровського кар'єру**

У зв'язку з призупиненням відкачування розсолів з Домбровсько-

го кар'єру в акумулюючі басейни відпадає необхідність в їх експлуатації. З метою консервації та збереження акумулюючих басейнів і недопущення їх перенаповнення атмосферними опадами проектом передбачено опорожнення басейнів зі скидом накопичених в них розсолів на дно Домбровського кар'єру. Для цього необхідно збудувати самопливний колектор, що прокладається в землі на глибині 2,5-3,0 м із сталевих труб діаметром 277х6 мм з гідроізоляцією нормального типу. Довжина траси трубопроводу від басейнів до дна кар'єру становить 610 м. Забір розсолів з чаші влаштовується за допомогою спеціально обладнаних приймальних водозабірних колодязів. Прокладання трубопроводу під дамбами обвалувань басейнів виконується методом «проколу» або горизонтального буріння. Прокладання трубопроводу через дренажну траншею виконується на залізобетонних опорах.

Після опорожнення басейнів від розсолів їх смінь буде заповнюватися атмосферними водами. З метою недопущення перенаповнення басейнів прісною водою проектом передбачається можливість їх опорожнення зі самопливним скидом води в р.Сівка. Для цього від системи водоприймачів до р.Сівка прокладається самопливний колектор з пластмасових труб діаметром 300 мм. Колектор прокладається в землі на глибині 2,5 м. На витocy в р.Сівка колектор обладнується оголовком із монолітного бетону.

Законсервовані акумулюючі басейни можуть використовуватись для технологічних потреб відновлення роботи калійного виробництва або інших потреб підприємства.

### 5. Вирішення проблем стабілізації екологічної ситуації в Калуському гірничопромисловому районі

З метою усунення негативних екологічних наслідків гірничо-видобувних робіт та попередження виникнення аварійних ситуацій передбачено виконати такі роботи:

- ліквідувати і провести рекультивацію зовнішніх відвалів №1 і №4, ставків-відстійників, хвостосховищ № 1 і № 2, шламонакопичувача на площі хвостосховища № 3;

- ліквідувати рудник «Пійло» Домбровського кар'єру;

- завершити заповнення розсолами рудника «Ново-Голинь»;

- передбачити витрати на сушу закладку рудника «Голинь» та шахтного поля «Хотин» рудника «Калуш»;

- передбачити витрати на ліквідацію стволів рудників «Ново-Голинь» і «Пійло»;

- передбачити витрати на демонтаж обладнання, ліквідацію будівель і споруд рудників «Ново-Голинь» і «Пійло» Домбровського кар'єру, технологічного комплексу та рекультивацію поверхні;

- створити бази для моніторингових спостережень;

- передбачити витрати для проведення моніторингових спостережень;

- передбачити витрати на заходи з захисту населених пунктів від підтоплення території і забруднення ґрунтових вод;

- передбачити витрати на ліквідацію просідань поверхні в межах шахтних полів;

- передбачити витрати на ліквідацію карстових провалів;

- передбачити витрати на підтримання підприємства в період очікування та ліквідації.

Вид ліквідації підземних рудників та технологічного комплексу визначений попередніми дослідженнями та досвідом аналогічних підприємств, а також частково розробленою робочою документацією. Підземні рудники ліквідуються шляхом заповнення їх насиченими розсолами, стволи засипаються з влаштуванням бетонних перемичок. Будівлі та споруди технологічного комплексу, а також надшахтні будівлі демонтуються. Відходи захоплюються на зовнішніх (або внутрішніх) відвалах.

Найбільш невизначеною є ліквідація Домбровського кар'єру, південна частина якого заповнена розсолами. Питання з розсолами, що утворюються в кар'єрі (а також на хвостосховищах), найскладніше на ДП „Калійний завод”. На даний час відсутня не лише технологія, але й методичний підхід до їх використання, ліквідації чи утилізації.

Найбільш перспективним і реальним можна вважати випаровування розсолів, що одночасно дозволяє отримувати товарну продукцію. Одночасно велике значення при виборі способу ліквідації кар'єру має поводження розсолів і прісних вод при їх контакті. При розробці вихідних даних були проведені дослідження, якими встановлена, практично, відсутність перемішування розсолів і прісної води при подачі останньої на поверхню розсолів. Отже, існує перспектива одержання в верхніх шарах водоюми якісних незасолених вод. Для однозначного твердження цього необхідно провести цілий комплекс наукових досліджень.

У свою чергу спосіб ліквідації Домбровського кар'єру впливає на метод ліквідації відвалів, хвостосховищ і акумулюючих ємкостей.

Варіанти ліквідації Домбровського кар'єру ДП «Калійний завод»:

- варіант 1 – заповнення залишкової ємкості кар'єру прісними водами з попереднім скидом усіх розсолів ДП «Калійний завод»;

- варіант 2 – організація в Домбровському кар'єрі лікувально-рекреаційної зони;

- варіант 3 – заповнення кар'єру техногенними відходами ДП «Калійний завод»;

- варіант 4 – залучення інвесторів для відновлення розробки Домбровського кар'єру.

### ВАРІАНТ 1. ЗАПОВНЕННЯ ЗАЛИШКОВОЇ ЄМКОСТІ КАР'ЄРУ ПРІСНИМИ ВОДАМИ З ПОПЕРЕДНІМ СКИДОМ ВСІХ РОЗСОЛІВ ДП «КАЛІЙНИЙ ЗАВОД»

В першому варіанті попередньо виконуються роботи зі скиду розсолів із хвостосховища №2, шламосховища і акумулюючих ємкостей в кар'єр. Для цього організується система подачі розсолів, яка включає розсолопроводи та насосні станції.

Одночасно проводиться гірничотехнічна рекультивація хвостосховища №2, акумулюючих ємкостей, шламонакопичувача та зовнішніх відвалів. У процесі її виконання на цих об'єктах утворюються розсоли, які передбачено також скидати в залишкову ємкість Домбровського кар'єру.

У період подачі розсолів в кар'єр четвертинні води із дренажної траншеї перекачуються в річку Сівка, а по за-

вершенню – направляються в кар'єр по укладеному у в'їздній траншеї водопроводу.

Враховуючи, що на цій стадії вивчення неможливо гарантувати необхідну якість води в верхній частині залишкової ємкості кар'єру, передбачається ізоляція накопичених у залишковій ємкості кар'єру вод від четвертинних вод галечникового горизонту шляхом заповнення дренажної траншеї породами гіпсо-глинистої шляпи. А також на промплощадці влаштовується випарююча установка продуктивністю 1 млн м<sup>3</sup>. У процесі заповнення кар'єру розсолами і водою проводиться постійний контроль якості води. При заповненні кар'єру до проектної позначки 296 м і перевищенні мінералізації води відносно стандартів проводиться випаровування розсолів. При цьому відкачка розсолів проводиться з глибини 30-50 м, для чого передбачений спеціальний колектор. Річні об'єми випаровування розсолів рівні річному об'єму опадів.

У процесі випаровування розсолів і заміна їх атмосферними опадами буде покращуватися якість води. При доведенні якості води у верхніх шарах водойми до нормативних показників можливе її скидання в річкову мережу. Отже, об'єми і необхідність виконання робіт з випарки розсолів будуть визначатись якістю води у верхніх шарах водойми.

До першочергових робіт віднесено також завершення заповнення рудника «Ново-Голинь» розсолами.

Крім наведених передбачено також:

- створення установки та системи свердловин з заповнення пустот на

руднику «Голинь» та шахтному полі «Хотинь» рудника «Калуш»;

- витрати на заповнення пустот рудника «Голинь» та шахтного поля «Хотинь» рудника «Калуш»;

- ліквідацію всіх надшахтних будівель, споруд та стволів;

- ліквідацію будівель і споруд на всіх майданчиках видобувного та технологічного комплексів;

- рекультивацию очищених майданчиків;

- створення системи моніторингу;

- витрати на проведення моніторингових спостережень;

- витрати на ліквідацію просідань поверхні та карстових провалів;

- витрати на утримання підприємства в період виконання робіт;

- витрати, пов'язані із соціальним захистом населення.

### ВАРІАНТ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ В ДОМБРОВСЬКОМУ КАР'ЄРІ ЛІКУВАЛЬНО-РЕКРЕАЦІЙНОЇ ЗОНИ

Для організації в залишковій ємкості Домбровського кар'єру чистого озера необхідно утилізувати всі наявні розсоли та провести екранізацію всіх соленосних порід та забруднених солями ґрунтів і об'єктів.

Варіантом 2 передбачається попередня повна утилізація розсолів випереджуючими темпами відносно поступлень. Передбачено будівництво випарної установки. Замість випаровування можливий варіант перевезення розсолів для заповнення рудника № 2 Стебницького ДГХП «Полімінерал» або їх комбінація. В період виконання робіт з гірничотехнічної рекультивациі на всіх об'єктах може утворитися додатково до 11,6 млн м<sup>3</sup> розсолів. Їх

об'єм можна зменшити до 6 млн м<sup>3</sup> при постійній організації відводу поверхневих вод з рекультивованих ділянок.

Одночасно з утилізацією розсолів проводяться роботи з укріплення північного борту кар'єру та екранування виходів соленосних порід.

Основні відмінності варіанта 2 від варіанта 1 полягають в наступному:

- будівництво в першу чергу випарної установки та випаровування всіх наявних розсолів і тих, що утворюються в процесі проведення робіт з рекультивациі;

- екранування солевміщуючих порід в бортах Домбровського кар'єру;

- враховуючи затоплення кар'єру тільки чистими водами, не передбачено ізоляцію кар'єрної ємності від четвертинного водоносного горизонту шляхом екранування виходу галечників в дренажній траншеї.

На випарні установки надійде 6,6 млн м<sup>3</sup> вже накопичених розсолів (при врахуванні закачування 3,0 млн м<sup>3</sup> розсолів в рудник «Ново-Голинь») та 6,0 млн м<sup>3</sup> новоутворених розсолів. У період випаровування висококонцентрованих вже накопичених розсолів буде одержана товарна продукція, яка дозволить окупити експлуатаційні витрати. При роботі на новоутворених малонасичених розсолах експлуатація випарної установки буде збитковою. Враховуючи вищенаведене, передбачено кошти на ці витрати.

Комплекс робіт з рекультивациі хвостосховищ, шламонакопичувача, акумулюючих ємкостей, ліквідації підземних рудників, технологічного комплексу, моніторингових спостережень, ліквідації негативних екологічних наслідків попередньої

діяльності, підтримання підприємства в період очікування та ліквідації, пов'язаних з соціальним захистом працівників, аналогічні відповідним роботам варіанта 1.

### ВАРІАНТ 3. ЗАПОВНЕННЯ ДОМБРОВСЬКОГО КАР'ЄРУ ТЕХНОГЕННИМИ ВІДХОДАМИ ДП «КАЛІЙНИЙ ЗАВОД»

З метою попередження будь-якого впливу на природне середовище хвостосховищ, акумулюючих ємкостей та зовнішніх відвалів солевміщуючих порід розглянуто варіант переміщення порід даних об'єктів в кар'єрну виїмку.

Роботи розпочинаються з будівництва випарної установки та випаровування розсолів. Об'єм розсолів, що поступить на випарну установку, становить 35,6 млн м<sup>3</sup>.

Враховуючи, що випаровування 6,0 млн м<sup>3</sup> розсолів буде рентабельним, кошторисом передбачені витрати лише на випаровування 29,6 млн м<sup>3</sup> новоутворених розсолів.

На звільнених площах з під акумулюючих ємкостей, хвостосховищ, зовнішніх відвалів і на відновленій території кар'єру з метою зменшення та попередження засолення передбачено провести гірничотехнічну рекультивацию в об'ємі 3,0 млн м<sup>3</sup>. Рекультивацию території хвостосховищ № 2 і № 3 в об'ємі 1,0 млн м<sup>3</sup> виконується за рахунок суглинків дамб хвостосховища № 3, на решті об'єктів використовується суглинок з не порушеної площі Домбровського кар'єру.

Комплекс робіт з ліквідації підземних рудників, технологічного комплексу, моніторингових спостережень, ліквідації негативних екологічних наслідків попередньої діяльності, підтри-

мання підприємства в період очікування та ліквідації, пов'язаних з соціальним захистом працівників аналогічних відповідним роботам варіантів 1, 2.

#### Варіант 4. Залучення інвесторів для відновлення розробки Домбровського кар'єру

В 2013 р. відбулась зустріч директора з розвитку у країнах СНД італійської компанії «VOMM» Рікардо Переса Джіла з головою Калуської райдержадміністрації Василем Петрівом та представниками Івано-Франківської обласної адміністрації.

Італійські інвестори виявили бажання вирішити екологічну проблему Калуського гірничопромислового кар'єру:

- запобігти потрапляння води в кар'єр;
- осушення кар'єру;
- відновлення переробки розсолів і одержання технічної та калійної солі;
- створення штучного озера з туристичним і лікувальним потенціалом.

Для початку робіт інвестори просять допомоги з підведенням комунікаційних мереж та підготовкою виробничих приміщень.

Тому для початку і прискорення робіт та пошуку нових інвесторів повинне бути сприяння Кабінету міністрів України та Верховної ради України.

#### Висновки

Аналіз системи розробки Домбровського родовища показав, що було одержано надзвичайно багато цінного досвіду і одночасно зроблено досить значні прорахунки. Найголовніший позитивний досвід – це те, що розробка покладів калійних

солей відкритим способом є можливою і при раціональній організації процесу може бути надзвичайно ефективною. Очевидно, що солені відклади у вологому середовищі розчиняються, тому основне завдання – максимально можливе перехоплення і відведення прісної води з поверхні кар'єру за його межі. Друге важливе завдання - недопущення інтенсивного притоку до видобувної ділянки ґрунтових вод і гравійно-галькового горизонту. Третє завдання – вчасне перешкоджання інтенсивному розвитку карстових процесів. Цілком уникнути цих явищ неможливо, проте при незначному надходженні вод ці процеси не мають критичного значення, що дозволяє успішно здійснювати експлуатацію покладів.

Парагенезис полімінеральних солей є надзвичайно розчинною субстанцією. Концентрація розчину може перевищувати 400 г/л. По-друге, вміщуючою породою для калійного пласта є глиниста кам'яна сіль та солена брекчія, основним компонентом яких є галіт. Розчинність галіту в 1 л дистильованої води при 10°C становить 357,2 г/л.

Звичайно, при повному затопленні кар'єру в товщі розчинів відбуватиметься стратифікація за густиною, і концентрація солей у верхньому шарі буде далекою від насичення, однак, без сумніву, вода не буде прісною. В умовах, коли прилегла до кар'єру територія протягом тривалого часу зазнає засолонення, додаткове надходження вод, навіть із мінералізацією в 1 г/л, є неприпустимим. Тому очевидно, що створювати таке потужне джерело постачання засолонених вод у довкілля неможливо. Крім власного засолонення водонос-

ного горизонту і непридатності його для водопостачання, підвищення мінералізації ґрунтових вод призводить ще й до таких негативних явищ, як посилення корозії металевих та бетонних конструкцій. Вочевидь, що активізація корозійних процесів несе значні збитки, тим більше коли в зону впливу агресивних розчинів потрапляють магістральні газопроводи та кабелі зв'язку. За даними досліджень, агресивними до бетону є ті води, у яких концентрація іону  $SO_4^{2-}$  перевищує 0,800 г/л. В зоні впливу досліджуваних об'єктів концентрація даного іону уже дуже часто є значно вищою.

На сьогодні кар'єр, будучи у найбільшій депресії, 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 напрямі місцевих природних дрен та регіонального нахилу підшви водоносного горизонту, тобто в бік русла річки Лімниця, вздовж русла р. Сівки та в напрямі міста Калуш.

Ще один дуже важливий фактор, якому поки що не надавали потрібної уваги, це те, що у різні місця Домбровського кар'єру (переважно у південну частину) упродовж тривалого часу завезено великі кількості відходів хімічних виробництв. Серед них була значна кількість високотоксичних і канцерогенних.

У певний період експлуатації Домбровського кар'єру тут здійснювалося організоване складування поліетиленполіамінів. Відомо, що подібні речовини навіть у мізерних

кількостях надзвичайно згубно впливають на живі організми, у тому числі на здоров'я людей. Про те, що такий шкідливий вплив відбувається, свідчить медична статистика по Калуському промислому вузлу. При проведенні робіт із вивчення впливу промислових підприємств Прикарпаття на навколишнє середовище зверталась увага на неприпустимість складування подібних відходів на денній поверхні, пропонувалися шляхи вирішення цієї проблеми. Зокрема було запропоновано для захоронення особливо небезпечних відходів хімічних виробництв виділити ділянки серед площі залягання солених формацій із сприятливим з точки зору надійності збереження за тектонічними, літологічними і гідрогеологічними умовами. Приклади такого надійного захоронення небезпечних відходів як у спеціально побудованих в солях сховищах, так і з використанням відпрацьованих підземних порожнин, відомі із світового досвіду. Однак висловлені свого часу рекомендації не були реалізовані. Необхідно наголосити, що протягом тривалого часу діяльності хімічних виробництв спочатку в/о «Хлорвініл», пізніше ВАТ «Оріана» не мали могильників для захоронення шкідливих відходів.

Отже, з огляду на те, що Україна щороку витрачає 250 мільйонів доларів на закупівлю калійних добрив, вони гіршої якості, бо містять небезпечний хлор. Україна сповна забезпечена сировиною, яка дає змогу отримувати їхні сульфатні (безхлорні) форми.

Стратегічні перспективи Передкарпаття пов'язані саме з відродженням калійного виробництва.

Найефективніший засіб розв'язання екологічних проблем Калуша і Прикарпаття – це обов'язкове започаткування переробки розсолів Домбровського кар'єру, що збереже і підвищить, і значні бюджетні кошти, що спрямовуються сьогодні на охорону довкілля. Це дасть країні цінні калійні добрива.

### Література

1. «Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр», затверджена Постановою КМУ № 432 від 05.05.1997.
2. Квальвассер И.А. Подсчет запасов калийных солей участка Сивка Калушская Калуш-Гольинского месторождения. Калуш, 1955 г.
3. Міщенко О.П. Звіт про геологічне вивчення надр. Аналіз співставлення даних розвідки та розробки Калуського родовища калійних солей Івано-Франківської обл. Львів, 2006 р.
4. Рудько Г.И. Отчет по региональному стационарному изучению современных экзогенных процессов на территории Ивано-Франковской, Черновицкой, Тернопольской и Львовской областей Украины за 1991 – 93 гг.
5. Рудько Г.І., Шкіца Л.С. Екологічна безпека та раціональне природокористування в межах гірничопромислових і нафтогазових комплексів (наукові і методологічні основи). Івано-Франківськ, 2001 р.
6. Рудько Г.І. Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища (наукові і методологічні основи). Львів, 2001 р.
7. Телегин В.П. Пересчет запасов калийных солей Калуш-Гольинского месторождения на 1.01.1979 г. для обоснования кондиций. Киев, 1979 г.

УДК 631.95:628.516:615.849

## КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО НАПРЯМІВ МОЖЛИВОГО ВИКОРИСТАННЯ У АГРОВИРОБНИЦТВІ ВІДЧУЖЕНИХ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЕЛЬ

Бондар О.І., Дутов О.І.

Державна екологічна академія післядипломної освіти і управління,  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ  
dei2005@ukr.net

На підставі узагальнення результатів багаторічних досліджень визначено радіаційно-екологічні підходи до напрямів можливого використання у агро виробництві відчужених радіаційно забруднених земель у віддалений період розвитку радіологічної ситуації. Показано, що одним з найраціональніших напрямів аграрної діяльності в цих умовах є виробництво сільськогосподарської сировини для поглибленої переробки і насінництво сільськогосподарських культур, зокрема, багаторічних злакових трав. *Ключові слова:* зони радіоактивного забруднення, питома активність радіонуклідів у сільськогосподарській продукції,  $^{137}\text{Cs}$ , нормативи вмісту радіонуклідів, радіаційно-екологічна критичність сільськогосподарської продукції.

**Концептуальные подходы к возможным направлениям использования в агропроизводстве отчужденных радиоактивно загрязненных земель.** Бондарь А.И., Дутов А.И. На основании обобщения результатов многолетних исследований определены радиационно-экологические подходы к направлениям возможного использования в агропроизводстве отчужденных радиоактивно загрязненных земель в отдаленный период развития радиологической ситуации. Показано, что одним из наиболее рациональных направлений аграрной деятельности в этих условиях является производство сельскохозяйственного сырья для углубленной переработки и семеноводство сельскохозяйственных культур, в частности, многолетних злаковых трав. *Ключевые слова:* зоны радиоактивного загрязнения, удельная активность радионуклидов в сельскохозяйственной продукции,  $^{137}\text{Cs}$ , нормативы содержания радионуклидов, радиационно-экологическая критичность сельскохозяйственной продукции.

**Conceptual approaches to the possible directions of use in agro-estranged radioactively contaminated land.** Bondar O., Dutov O. On the basis of summarizing the results of many years of research identified radiation-ecological approaches to areas of possible use in agro-estranged radioactively contaminated land in the remote period of the radiological situation. It is shown that one of the most efficient areas of agricultural activity in these conditions is the production of agricultural raw materials for in-depth processing and seed crops, such as perennial grasses. *Keywords:* radioactive contamination zone, the specific activity of radionuclides in agricultural products,  $^{137}\text{Cs}$ , values for the content of radionuclides, radiation and ecological criticality of agricultural products.

Аварія на Чорнобильській АЕС є найбільшою в історії людства радіаційною катастрофою, яка найбільшою мірою вплинула на сільське населення і сільськогосподарське виробництво Білорусі, Росії та України. Понад 150 тис. км<sup>2</sup> території трьох країн було віднесено до різних зон радіоактивного забруднення [1]. Лише в Україні з найбільш забруднених територій (4,2 тис. км<sup>2</sup>)