

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОМБРОВСЬКОГО КАР'ЄРУ І ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ

¹О.В.Палійчук, ²О.І.Романюк

¹ ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42264, e-mail: public@nung.edu.ua

² Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України, 79060, м. Львів, вул. Наукова, 3-б, тел. (032) 2585115, e-mail: carp@cb-igph.lviv.ua

Представлені результати електромагнітних досліджень територій, прилеглих до Домбровського кар'єру калійних солей, що дають можливість виявити масштаби поширення ареалів засолення і оцінити ступінь забруднення водоносного горизонту розсолостокami з відвалів розкривних порід. Аналіз отриманих результатів дає змогу прогнозувати розвиток процесу засолення в часі і просторі.

Ключові слова: електромагнітні дослідження, Домбровський кар'єр калійних солей, розсолостоки, розкривні породи

Представлены результаты электромагнитных исследований территорий, прилегающих к Домбровскому карьеру калийных солей, позволяющие выявить масштабы распространения ареалов засоления и оценку степени загрязнения водоносного горизонта рассолостокami с отвалов раскрывных пород. Анализ полученных результатов позволяет прогнозировать развитие процесса засоления во времени и пространстве.

Ключевые слова: электромагнитные исследования, Домбровский карьер калийных солей, рассолостоки, раскрывные породы

The results of electromagnetic research of the territories adjoining the Dombrovski open cast mine of potassium salts are submitted and enable to detect the scales of spreading and to evaluate the extent of pollution of the water-bearing horizon through brine-outflow off the rock debris. The analysis of received results enables forecasting of the salinization process in space-time.

Keywords: electromagnetic research, Dombrovski open cast mine of potassium salts, brine-outflow off, rock debris

Розробка родовищ калійних солей призводить до значних змін геологічного середовища, що особливо проявляється у вигляді порушення гідрохімічного режиму поверхневих і підземних вод. Масштаб, характер та інтенсивність цих змін, зумовлених потраплянням високомінералізованих розсолів від джерел засолення (солевідвали, акумулюючі басейни, хвостосховища) у водоносні горизонти, залежать від геологічних та гідрологічних умов родовищ.

Складування та відкрите зберігання на поверхні легкорозчинних відходів в умовах вологого клімату супроводжується постійним утворенням у солевідвалах та хвостосховищах високомінералізованих розсолів з високою міграційною здатністю, які змінюють гідрохімічний режим поверхневих та підземних вод. Підвищення проникності гірського масиву, що виникає внаслідок деформації, призводить до прогресуючого засолення підземних вод на глибину та по площі із швидкістю 10-70 м на рік [1].

Калійні солі, які містяться в породах, відходи видобутку – легко розчинні, і під дією підземних та атмосферних вод утворюють високомінералізовані розсоли та мігрують в підземних та поверхневих водах. Пов'язаний з цим несприятливий вплив на навколишнє середовище проявляється у значному погіршенні якості підземних та поверхневих вод, засоленні ґрунтів, карстоутворенні. Найінтенсивніше поверхневий соляний карст та засолення підзем-

них вод розвиваються під час відкритої розробки родовищ. У результаті взаємодії підземних вод з розсолами спостерігаються значні розміри ареалів засолення та глибока проникність мінералізованих вод у водоносні горизонти, що, ймовірно, пов'язано з високою міграційною здатністю речовин, які утворюють розсоли, та підвищеною густиною останніх.

В геологічній будові ділянки приймають участь підсольові відклади (кольорові, сірі та червонобурі розсланцьовані глини та пісковики товщиною 200-300 м) та соленосна товща, представлена сірими брекчованими соленосними глинами, лінзами кам'яної та калійної солей хлористого та змішаного складу. Часто зустрічаються лінзи малозасолених або зовсім незасолених розсланцьованих глин, а також пісковики і гравеліти, в цементі яких присутній галіт. Калійні руди, що залягають у соленосній товщі, складаються з таких основних мінералів [2]:

- галіт – основний породотворний мінерал, який цементує вміщуючу породу, рідко утворює самостійно мономінеральні відклади (35%);
- каїніт – найбільш розповсюджений з числа каїнітових мінералів (22%);
- лангбейніт – зустрічається у вигляді крупних кристалів або уламків шарів (9,5%);
- сильвін – зустрічається по тріщинах у вигляді домішок в цементі лангбейніт-каїнітової породи (25%);

– полігаліт, що утворює глинисту полігалітову породу (4,5%);

– кизерит – зустрічається у вигляді вузької смужки (шириною часток міліметра) навколо кристалів та агрегатів лангбейніту (5,5%).

Крім цих мінералів зустрічаються карналіт, шеніт, леоніт, епсоліт, але їх вміст є незначним і не перевищує часток відсотка. За співвідношенням вказаних мінералів виділяються руди кизерит-каїніт-лангбейнітова з сильвіном; лангбейнітова, глинисто-каїнітова і полігалітова.

Зверху залягають породи гіпсо-глинистої "шляпи", які утворилися в результаті зміни соляних і солених порід під дією фізико-хімічних процесів; у вертикальному розрізі ГГШ виділяються зони: верхня – гіпсо-глиниста; нижня – шеніт-мірабілітова. Вище знаходяться породи гравійно-галькового горизонту та покривельних суглинків, товщина яких сягає 18 м, заповнювачем є дрібнозернистий пісок та глинистий матеріал. Водовміщуючі відклади представлені галькою, гравієм, валунами з піщано-глинистим заповнювачем.

Серед гідрогеологічних чинників засолення підземних вод основне значення має інтенсивність конвективного перенесення солей, що змінюється залежно від літологічного складу водоносного горизонту. Додатковими причинами засолення є фільтрація з акумулюючих басейнів, де збираються води постійного кар'єрного водовідливу, інтенсивний розвиток кар'єрного карсту, що призводить до розвантаження мінералізованих вод у прісні ґрунтові води.

Зовнішні відвали розкритих порід Домбровського кар'єру та розсолостоки опадового походження зумовлюють забруднення прилеглих територій та поверхневих і підземних вод. Цей процес може стримуватися за рахунок уловлювання розсолів мережею дренажних траншей та відкачування в акумулюючі басейни, а також за допомогою спорудження розсолонепроникних екранів. Природний розсолонепроникний екран – це породи гіпсо-глинистої "шляпи", гідроізоляційна стійкість яких є недостатньою. Гіпсо-глинисті утворення є неоднорідними за ступенем насичення порового простору розсолами та кількістю гіпсу в їх скелеті. Тому ареали засолення водоносного гравійно-галькового горизонту та прискорене засолення підземних вод підтопленого кар'єрного простору можуть поширюватися й за межі дренажної траншеї на прилеглі до кар'єру території. Цей горизонт є, перш за все, джерелом питних вод для навколишніх селищ та горизонтом транзиту засолених вод. Основною небезпекою є також забруднення підземних вод водозабору, розташованого в долинах річок Млинівки та Лімниці, який є основним джерелом водопостачання м.Калуш.

З метою виявлення масштабів розповсюдження ареалів засолення та оцінювання ступеня забруднення водоносного горизонту можна застосовувати високочастотні індукційні зондування шляхом становлення електромагнітного поля у ближній зоні джерела (ЗСБ).

Підвищена внаслідок забруднення мінералізація рідкої фази в зонах розсолостоків та їх фільтрації у водоносні горизонти є причиною підвищення електропровідності таких зон порівняно з консолюдованим геосередовищем та є передумовою для застосування ЗСБ.

Електромагнітні дослідження проводилися методом високочастотних індукційних зондувань у ближній зоні джерела поля (ЗСБ). Вони добре себе зарекомендували та знаходять широке застосування у розв'язанні інженерно-геологічних та гідрогеологічних завдань. Сприятливим чинником застосування методу у даному випадку є підвищена внаслідок забруднення мінералізація рідкої фази в зонах проникнення та витікання розсолів, їх інфільтрації у водоносні горизонти, що спричиняє значне зростання електропровідності порівняно з консолюдованим геологічним середовищем.

Об'єктами діагностування були ґрунти в межах західного борту Домбровського кар'єру і прилеглої території в напрямку р. Млинівка.

Для електроманітних досліджень використовувалась установка „контур у контурі” (Q-q) з ефективними площами $Q=400 \text{ м}^2$ $q=100 \text{ м}^2$, що забезпечувало необхідну глибини зондувань за наявних незначних потужностей (15-20 м) приповерхневих відкладів, представлених суглинками та гравійно-гальковими водоносними породами, та відбиття границі корінних порід (близько 30 м). Часовий діапазон вимірювань індукованого сигналу складав $1 \cdot 10^{-6} - 4 \cdot 10^{-3} \text{ с}$, а крок дискретизації змінювався від 1 до 50 мкс, що забезпечувало достатньо високу роздільну здатність і чутливість до об'ємних змін геоелектричних параметрів середовища, зумовлених та тісно пов'язаних з розвитком процесу засолення.

Польові спостереження проводилися в 23 пунктах з кроком вимірювань 50-100 м. В межах західного борту Домбровського кар'єру та на прилеглий території в напрямку р. Млинівка вздовж траси Калуш-Долина.

Враховуючи загальну неоднорідність і складність приповерхневих геоелектричних розрізів та пов'язані з цим підвищені вимоги до детальності їх дослідження, в основу обробки вимірюваних сигналів були покладені диференціальні та інтегральні способи трансформації індукованого поля з представленням кривих залежностей сумарної поздовжньої провідності $St = f(H)$ та опору $r_{\tau d} = f(H)$ від глибини, за якими визначались геоелектричні параметри середовища (опір, потужність та їх зміни).

За результатами обробки сигналів, вимірюваних в окремих пунктах спостережень, побудовано геоелектричні розрізи, які є відображенням стану геологічного середовища (за зміною електропровідності або опором відповідних горизонтів). Зокрема, найвищим градієнтом природу поздовжньої провідності характеризуються низькоомні частини розрізу, пов'язані з підвищеною фільтрацією, проникненням розсолів з кар'єру, а також області з надмірним засоленням водоносного гравійно-галькового горизонту. В інтервалі глибин залягання шарів

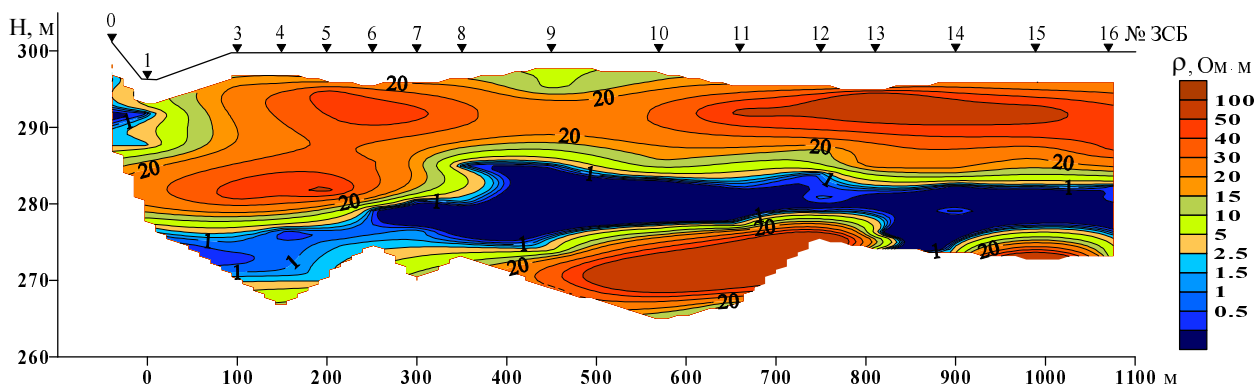


Рисунок 1 – Геоелектричний розріз за даними ЗСБ по профілю 0 ділянки західного борту Домбровського кар'єру

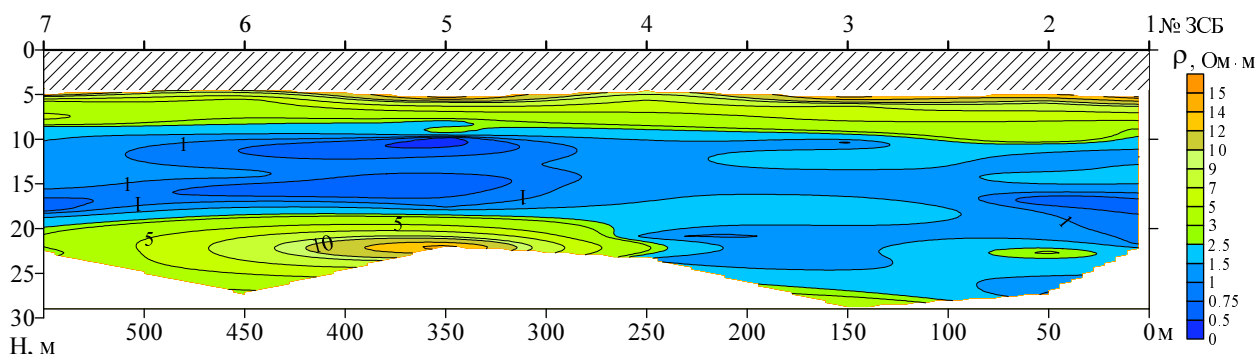


Рисунок 2 – Геоелектричний розріз за даними ЗСБ по профілю 7a ділянки Домбровський кар'єр – р. Млинівка

підвищеного опору (слабокотріщинуваті ґрунти), де спостерігається зниження мінералізації, градієнт помітно зменшується і досягає найменших значень в межах високоомних горизонтів, представлених щільними слабообводненими ґрунтами.

На геоелектричному розрізі (профіль 0-0, рис. 1) відмічається зона аномально низьких значень питомого опору ($\rho=0,3-1,0$ Ом·м) потужністю 2,5–6 м з середньою глибиною залягання 20 м практично вздовж усього профілю, яка перекрита високоомними сухими породами з опором, що змінюється від 20 до 70 Ом·м. Очевидно, наявність низького опору зумовлена фільтраційно-суфозійними процесами сильно мінералізованих вод. Границя корінних порід відмічається у більшості пунктів зондування.

Також аномальні ділянки з низьким значенням електричного опору ($\rho=0,4-1,0$ Ом·м) окремих шарів потужністю 1,5–7,0 м та глибиною залягання 10-15 м виділяються на профілі 7a (рис. 2), розміщеному між Домбровським кар'єром та р. Млинівка. Визначені зміни опору середовища на аномальних ділянках (1,5–2,5 Ом·м) свідчать про наявність забруднення водоносного горизонту, яке можна оцінити як незначне.

Дослідження геоелектричних параметрів розрізу середовища, розподілів індукованих сигналів електромагнітного поля по площі та зміни концентрації солей дають можливість визначити контури розповсюдження ареалів

засолення та ступінь засолення розсолостоксами опадового походження від зовнішніх відвалів розкривних порід кар'єру водоносного гравійно-галькового горизонту. В межах розташування основних джерел забруднення (відстійники, дренажні траншеї, відвали розкривних соленосних порід) спостерігається дуже низький опір прошарків і аномальне зростання сигналів індукованого поля, площинний розподіл якого чітко відображає основні контури поширення ареалів забруднення та ступінь інтенсивності забруднення водоносного горизонту.

Спостереженнями динаміки геоелектричних параметрів можна виділити сталі зони з низькими та високими значеннями геоелектричних параметрів (електричний опір, потужність). Зміна цих параметрів відображає процеси деградації або консолідації середовища та залежить від кількості атмосферних опадів. Збільшення їх кількості може зменшувати концентрацію солей у водоносному горизонті. Але у випадку інтенсивного розвитку фільтраційних процесів і масопереносу солей простежується поступове засолення водоносного горизонту.

Висока інформативність та ефективність індукційних електромагнітних зондувань для спостережень за зміною параметрів приповерхневого геологічного середовища дають змогу прогнозувати розвиток процесу засолення гравійно-галькового водоносного горизонту в часі і просторі, виявляти масштаби розповсюдження ареалів засолення та забруднення водоносного

горизонту розсолостокками з відвалів розкривних порід та оцінювати стан і динаміку змін ґрунтів.

Література

- 1 Гидрогеологические условия калийных месторождений / А.А.Варламов, С.С.Козлов, К.К.Липницкий [и др.] // Обзорная информация. – М.: НИИГЭХИМ, 1975. – 45 с. – Серия: Развитие калийной промышленности.
- 2 Корневский С.И. Комплекс полезных ископаемых галогенных формаций / С.И.Корневский. – М.: Недра, 1973. – 299 с.
- 3 Дешица С.А. Комплексні засоби дослідження геосередовища нестационарними електромагнітними полями / С.А.Дешица, В.І.Шамотко, О.А.Негазова // Геофізика. – 2002. – Т.8. – С. 18-24.
- 4 Электромагнитное диагностирование забруднення водоносного горизонту на прилеглих до Домбровського калійного кар'єру територіях / О.І.Романюк, В.І.Шамотко, С.А.Дешица [та ін.] // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2009. – № 1(19). – С. 24-31.
- 5 Кобзова В.М. Фізичне моделювання електромагнітних полів у геологічному середовищі / В.М.Кобзова, С.А.Дешица, Б.Т.Ладанівський, І.П.Мороз. – К.: Наукова думка, 2008. – 167 с.
- 6 Якубовский Ю.В. Элетроразведка / Ю.В.Якубовский, И.В.Ренард. – М.: Недра, 1991. – 359 с.
- 7 Семчук Я.М. Основні завдання і методи досліджень для обґрунтування охорони підземних вод в районі видобутку калійних солей / Я.М.Семчук, Л.В.Палійчук // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2007. – № 1(15). – С.164–167.

Стаття постуила в редакційну колегію

20.07.09

Рекомендована до друку професором

О. М. Адаменком