

РЕЗУЛЬТАТИ ДЕТАЛЬНИХ ЕМ ЗОНДУВАНЬ ПРОБЛЕМНОЇ ДІЛЯНКИ  
ПІВНІЧНОГО БОРТУ ДОМБРОВСЬКОГО КАР'ЄРУ

Наведено результати електромагнітного діагностування стану середовища верхньої частини геологічного розрізу на території між р. Сівкою і північним бортом кар'єру. Зондуваннями у ближній зоні джерела поля виділено та визначено на кількісному рівні просторові характеристики аномальних за електропровідністю областей, що зумовлюють розвиток фільтраційно-суфозійних і карстових процесів у гіпсоглинистій "шапці" та рудному тілі внаслідок інфільтрації річкових вод і атмосферних опадів у водоносний горизонт та міграції у прибортову зону на нижчі гіпсометричні рівні.

**Ключові слова:** електромагнітне поле; геологічне середовище; зондування; карст; екологія.

**Вступ**

Перед початком експлуатації Домбровського кар'єру (1967 р.) ріку Сівку, з метою осушення території відведено двома каналами до проведення розкривних робіт. Його захист від проникнення вод з водоносного горизонту здійснювався за допомогою кільцевої дренажної траншеї (КДТ) по периметру кар'єру. Підземні води та води атмосферних опадів, котрі стікали у розташовані на північному борті водозбірники, видалялись з кар'єру та утилізувались. На початку 90-х років, з метою розширення кар'єру, зруйновано водозахисний цілик, який прилягав до північного борту (частину КДТ), а наступними вибуховими роботами порушено цілісність гіпсоглинистої "шапки" (ГГШ) у прибортовій зоні. Припинення експлуатації кар'єру (2007 р.), стало початком неконтрольованого розвитку карсту та інтенсивного руйнування північного борту підземними та інфільтрованими у водоносний горизонт прилеглої ділянки водами. Після обстеження даної ділянки з використанням методу зондувань становлення поля в ближній зоні (ЗСБ), виконаних ПДП "Спецгеологорозвідка" (2008 р.), моніторинг не проводився, тому оперативна інформація, необхідна для оцінки динаміки розвитку небезпечних процесів, була відсутня.

**Об'єкт та засоби досліджень**

Характерними особливостями геологічного розрізу досліджуваної ділянки є незначна потужність верхнього шару (суглинки), у якому пролягає штучно відведене русло ріки Сівки та відносно мала потужність ГГШ над покладом солі. Ці обставини сприяють проникненню річкових вод та атмосферних опадів у гравійно-гальковий горизонт та їх поширенню, разом з підземними водами, у напрямку кар'єру, на нижчі гіпсометричні рівні, у закарстовану зону північного борту. Таке поширення (фільтрація) супроводжується розущільненням і зміною геоелектричних параметрів верхнього шару суглинків, ГГШ та поступовим проникненням вод в соленосні породи. Найбільші зміни електричних і просторових характеристик відбуваються при розущільненні та зволоженні ГГШ мінералізованими водами, зволоженні соленосних порід, а також проникненні вод у

надсолеву товщу. ЕМ оцінка стану геологічного середовища ґрунтувалась на кореляційних зв'язках геоелектричних параметрів (електропровідність, лінійні розміри) з фізичними характеристиками, що визначались за апріорними даними (буріння, наявні геологічні розрізи, технічна документація тощо). Досліджувану територію між кар'єром та р. Сівкою розбито на 5 основних профілів, переважно орієнтованих паралельно до річки та північного борту, рис. 1. Для детальних електромагнітних (ЕМ) зондувань застосовано спеціалізований апаратно-програмний комплекс діагностування стану підповерхневого геологічного середовища, котрий базується на високочастотних зондуваннях у ближній зоні джерела первинного поля. Використано швидкодіючу апаратуру мікросекундного діапазону ("Стадія") і електророзвідувальні установки з центральною симетрією типу „контур у контурі" ( $Q-q$ ). Розміри установок, параметри зондувань і мережа спостережень оптимізувались на основі даних моделювання [Кобзова та ін., 2008], що забезпечило необхідну локальність по літералі та глибинність зондувань при наявних потужностях відкладів підповерхневої частини геологічного розрізу: суглинків (5-8 м), гравійно-галькових відкладів (6-8 м) та ГГШ (12-13 м).

Оброблення, візуалізація та інтерпретація даних зондування ґрунтується на застосуванні програмних засобів препроцесингу та трансформації вимірюваних сигналів в параметри середовища. За основу інтерпретації зондувань обрані відомі диференційні [Сидоров, 1985] та інтегральні [Сейфуллин, Дециця, 2009] способи з представленням кривих залежностей поздовжньої провідності  $S_z=f(H)$  і опору  $\rho=f(H)$  від глибини, за якими визначались геоелектричні параметри (питомий опір, потужність та їх зміни) середовища.

**Результати профільних спостережень**

Отримані результати ЕМ зондувань представлені у вигляді вертикальних геоелектричних розрізів, рис. 2, та площинного розподілу питомого опору на різних глибинах у вигляді зрізів, рис. 3. Протяжність і відносне розміщення за довготою вертикальних розрізів (рис. 2) відповідають

реальним. З боку кар'єру та р. Сівки глибинні зрізи обмежено лініями відповідно 1-го і 5-го профілів. На рис. 2 нанесено лінію геологічного розрізу, використаного для геологічної прив'язки даних ЕМ зондування. Контуром позначено місце витoku вод в результаті прориву. Загалом на представлених (рис. 2) розрізах, як і на глибинних зрізах (рис. 3), чітко прослідковується тенденція до збільшення глибини розуцільнення геологічного середовища з наближенням до кар'єру, де воно заглиблюється у соленосні породи. Розглянемо детальніше дані ЕМ зондування цієї території.



Рис. 1. План профільних спостережень

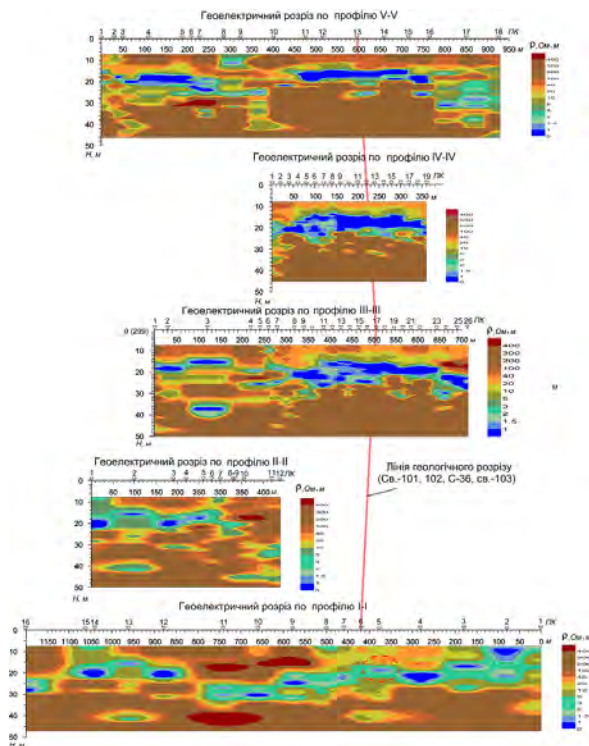


Рис. 2. Вертикальні геоелектричні розрізи питомого опору за даними ЗСБ. (відносне розміщення розрізів відповідає реальному

На п'ятому профілі, наближеному до р. Сівки, у верхній частині геологічного розрізу виділено дві області пониженого опору (ПК2-ПК6), (ПК11-ПК15), які пов'язуються з інфільтрацією річкових вод і атмосферних опадів у гравійно-гальковий горизонт та з розуцільненням верхів ГГШ (глибини 12-15 м).

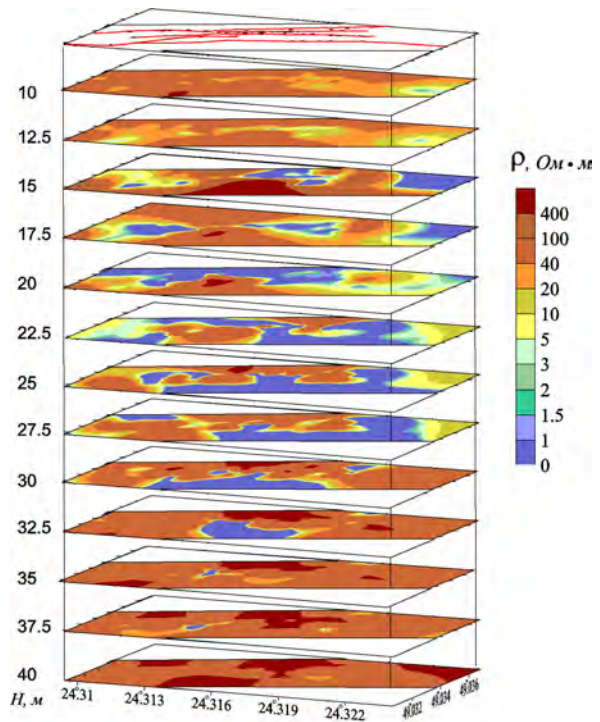


Рис. 3. Площинний розподіл питомого опору на різних глибинах

Четвертий профіль доволі короткий (300 м), але знятий детально, з кроком 20 м. На ньому впевнено відмічається зростання потужності та глибини залягання області, виділеної на 5-ому профілі (ПК11-ПК15).

На третьому профілі, розташованому, приблизно, у середній частині досліджуваної ділянки, спостерігається суттєве розширення виділених областей по латералі та їх злиття на глибинах біля 20 м. У подальшому, з ростом глибини (22-27 м) та наближенням до кар'єру, розширена область інфільтрованих в ГГШ вод зміщується у південно-східному напрямі на нижчі гіпсометричні рівні, з нарощенням потужності. При тому розуцільнення ГГШ, імовірно, досягає рудного тіла.

Результати зондування на першому профілі, який безпосередньо пролягає по борту кар'єру, свідчать про те, що зазначене вище скопичення вод з наближенням до кар'єру поєднується з водами прориву, тобто бере активну участь у розуцільненні ГГШ (ПК2-ПК3), фомуванні суфозійного процесу, а також у розмиві рудного тіла (ПК8-ПК11), глибинний зріз 32,5 м). Область витoku (прориву) підземних вод позначена на рис. 2 (ПК5-ПК7) овалом.

Поза тим, виконаними роботами виявлено аномалії техногенного характеру. Зокрема, поперек геоелектричних розрізів (рис. 2) профілів ПР5, ПР4, ПР3 вздовж прямої лінії, що пересікає відповідно пікети ПК10(ПР5), ПК1(ПР4), ПК6(ПР3), спостерігаються аномально низькі значення питомого опору. На цій лінії, як свідчить технічна документація (схема водозахисту), розміщались труби, по котрих відкачувались води з водозбір-

ників, транспортувались для утилізації рідкі відходи. Імовірно причини аномалії – наявність у землі залишків металевих труб, забрудненість середовища під час експлуатації. Відзначимо, що суттєвого впливу виявленої аномалії на наведені вище результати не зауважено.

ЕМ зондуваннями західної частини борту (захід обстеженої ділянки), де останнім часом відбулися карстопровальні явища, процеси розмиву соленосних відкладів досягають глибин 40-50 м. Окремі локальні низькоомні області, існування яких, очевидно, зумовлене розвитком фільтраційних процесів в соленосних відкладах, прослідковуються як на першому, так і на другому профілі, поширюючись на північ ПР1(ПК8- ПК11), ПР2(ПК8-ПК12) та захід ПР1(ПК13), ПР2(ПК2), проникаючи в глиб прилеглої території. Тому, поряд з проведеними роботами, доцільно детально обстежити територію, прилеглу до північно-західного борту, де у недавній час (2-3 роки тому) відбувався активний фільтраційно-суфозійний процес.

#### **Висновки**

1. Індукційними зондуваннями (метод ЗСБ) виділено і окреслено в плані розушільнені області ГГШ та імовірні області інфільтрації річкових вод у гравійно-гальковий горизонт.

2. Визначено глибини та ступінь деградації ГГШ, за якими локалізуються області проникнення ґрунтових вод у надсолевий горизонт та соленосні породи з наближенням до борту.

3. Виявлено та локалізовано у просторі (в плані та за глибиною) розташування основних водотоків у напрямі північного борту, відмічено особливості, що значно активізують руйнування борту.

4. Отримані результати в комплексі з даними інших методів (геологічні, гідрогеологічні, геохімічні тощо) доцільно використати для організації та проведення режимних спостережень (моніторингу) з метою вивчення динаміки негативних процесів, прогнозування та своєчасного попередження екологічно небезпечних явищ.

#### **Література**

- Кобзова В.М., Дешица С.А., Ладанівський Б.Т., Мороз І.П. Фізичне моделювання електромагнітних полів у геологічному середовищі. Київ, Наук. думка. – 2008. – С.110-151.
- Сидоров В.А. Импульсная индуктивная электро-разведка. – М.: 1985. – 185. – С. 3.
- Сейфуллин Р.С., Дешица С.А. Особенности и преимущества интегрального способа обработки данных зондирования становлением поля // Геофиз. журн. –2009. –31, № 5. – С. 152-160.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕТАЛЬНЫХ ЭМ ЗОНДИРОВАНИЙ ПРОБЛЕМНОГО УЧАСТКА СЕВЕРНОГО БОРТА ДОМБРОВСКОГО КАРЬЕРА**

**С.А. Дешица<sup>1</sup>, О.И. Романюк<sup>1</sup>, Ю.В. Садовый<sup>2</sup>, О.И. Пидвирний<sup>1</sup>, Р.И. Кусайло<sup>1</sup>, В.В. Коляденко<sup>1</sup>**

Приведены результаты электромагнитной оценки состояния среды верхней части геологического разреза на территории между р. Сивкой и северным бортом карьера. Зондированиями в ближней зоне источника поля выделены и на количественном уровне определены пространственные характеристики аномальных по электропроводности областей, обуславливающих развитие фильтрационно-суффозионных и карстовых процессов в гипсоглинистой шляпе и рудном теле вследствие инфильтрации речных вод и атмосферных осадков в водоносный горизонт, а также миграции в прибортовую зону на более низкие гипсометрические уровни.

**Ключевые слова:** электромагнитное поле, геологическая среда, зондирование, карст, экология.

### **THE RESULTS OF DETAILED EM SOUNDINGS IN THE PROBLEM ZONE AT THE NORTHERN BORDER OF DOMBROVSKY QUARRY**

**S.A. Deshchytsya<sup>1</sup>, O.I. Romanyuk<sup>1</sup>, Y.V. Sadovyi<sup>2</sup>, O.I. Pidvirny<sup>1</sup>, R.I. Kusaylo<sup>1</sup>, V.V. Kolyadenko<sup>1</sup>**

The results of electro-magnetic diagnostics of the medium in the upper part of geological cut between river of Sivka and the northern border of quarry are presented. Time domain electromagnetic sounding has detected and quantitatively outlined a zone of anomalous conductivity associated with development of filtration-suffusion and karst processes in the gypsum-clay cap and in the ore body as a result of infiltration of river waters and atmospheric precipitations into water-bearing horizon, and their migration in the border zone at lower hypsometric dates.

**Key words:** electromagnetic field, geological media, sounding, karst, ecology.

<sup>1</sup>Карпатське відділення Інституту геофізики, м. Львів, Україна

Надійшла 02.08.2013

<sup>2</sup>ДП Науково-дослідний інститут галургії, м. Калуш