внаслідок гальмування деформаційної тріщинуватості неоднорідностями структури останнього.

На найнижчому ієрархічному рівні (умовна назва – "рівень мікро тріщин") найімовірнішими причинами виникнення тріщин є локальні порушення, які виникають у результаті концентрації напружень на обмежених ділянках внаслідок пружної анізотропії мінеральних складових. Наслідком цього є розвиток крихких порушень у вигляді тріщин сколювання. Частина таких тріщин утворюється шляхом "сповзання" дефектів у зону найбільших сколюючих напруг кристалу, який потрапив у поле неоднорідних напруг (найбільш поширеними дефектами для кристалів кварцу і польових шпатів – основних мінералів гранітоїдів – є газово-рідинні включення, які шикуються у субпаралельні ланцюжки у зоні сколювання) [8]. При злитті дефектів утворюються тріщини, емітуючи при цьому імпульсні пружні хвилі – АЕ.

Амплітуда сигналів високоенергетичної дискретної з великим часом загасання АЕ при тріщино утворенні, яка пропорційна розміру мікротріщин і площі їх розкриття, більше в 10^3÷10^5 разів в порівнянні з неперервною АЕ при русі дислокацій. Особливості прояву АЕ є важливими для розвитку теорії пластичної деформації геологічного середовища, утворення і розповсюдження тріщин, тому необхідні для фізичного обгрунтування використання методу АЕ для здійснення неруйнівного контролю структури гірської породи.

1. *Гусев О.В.* Акустическая эмиссия при деформировании монокристаллов тугоплавких металлов. – М.: Наука, 1982. – 108 с. 2. *Велещук В.П., Ляшенко О.В.* Акустична емісія світловипромінювальних структур на основі сполук A^3B^5 обумовлена постійним прямим струмом // Український фізичний журнал. – 2003. – Т.48.– С. 981-985. 3. *Kravtsov M.V., Lyashenko O.V., Onanko A.P.* Relaxation of defect structure in ultrasonic wave field and acoustic emission in LiF single crystals // Functonal materials. – 2004. – v.11, № 2. – P. 353-355. 4. *Kravtsov M.V., Lyashenko O.V.* Acoustic emission caused by mechanical stress relaxation at oscillations of piezo-dielectric plates// Functonal materials. – 2005. – v.12, № 1. – P. 133-135. 5. *М.І.Толстой, Ю.Л.Гасанов, Н.В.Костенко та ін.* Петрогеохімія і петрофізика гранітоїдів Українського щита та деякі аспекти їх практичного використання: Довідник-навчальний посібник. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2003. – 329 с. 6. *Шмельова Л.В., Єжов С.М., Супрун А.Д. та ін.* Динаміка локально-фазових переходів, зумовлених інтенсивним лазерним випромінюванням // Український фізичний журнал. – 2006. – Т.51. – С. 788-794. 7. *Гусев В.Э., Карабутов А.А.* Лазерная оптоакустика. – М.: Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. – 304 с. 8. *Веттегрень В.И., Куксенко В.С., Томилин Н.Г. и др.* Статистика микротрещин в гетерогенных материалах (граниты) // Физика твердого тела. – 2004. – Т.46, вып.10. – С. 1793-1796. 9. *Заягинцев Л.И.* Деформации горных пород и эндогенное рудообразование. – М.: Наука. 1978. – 181 с.

Надійшла до редколегії 14.02.07

УДК 551.3:550.83

І.І. Онищук, канд. геол. наук

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛЬОВИХ ЕЛЕКТРОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ГЕОЕКОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ

Розглядаються особливості методики геофізичних досліджень при вивченні техногенного забруднення геологічного середовища. Наведені геоелектричні параметри різних типів ґрунтів і порід верхньої частини розрізу в залежності від інтенсивності забруднення.

The feathers of geophysical prospection methods for studying of geological environment technogenic pollution are shown. The geoelectrical parameters of various types of soils and rocks of profile's upper part are revealed with regarding of pollution intensity.

Вступ. Зростаюча роль екології в житті людей, громадський рух за збереження навколишнього середовища та складність поставлених проблем, призводять до необхідності створення окремих науково-прикладних дисциплін – екологічної геології та екологічної геофізики, так само тісно зв'язаних між собою, як і фундаментальні науки – геологія та геофізика.

Приповерхнева частина геологічного середовища потужністю в десятки, рідше перші сотні метрів ідентифікується як верхня частина розрізу (ВЧР). Вона включає ґрунти, гірські породи, поверхневі, ґрунтові та підземні води, приповерхневі фізико-геологічні явища (зсуви, карст тощо). ВЧР найбільшою мірою піддана екзогенним (атмосферним, поверхневим) і техногенним (фізико-хімічним, енергетичним) процесам, а також впливу ендогенних (внутрішньоземних) факторів. ВЧР характеризується екстремальним проявом процесів, як природних (різкою геологічною, петрофізичною та фізичною неоднорідністю в просторі та у часі), так і техногенних (максимальним проявом різноманітних штучних фізичних полів). Тому характерною особливістю верхньої частини геологічного середовища є яскраво виражена залежність всіх його характеристик від координат точок спостережень. При цьому властивості і стан ґрунтів та гірських порід ВЧР помітно змінюються від точки до точки як по латералі, так і по вертикалі. Різко також змінюється в просторі і часі поведінка різних геофізичних полів. ВЧР, як специфічна частина геологічного простору, є об'єктом вивчення і основним джерелом інформації, одержуваної екогеофізикою про навколишнє середовище.

Геофізичне середовище, як частина літосфери, характеризується нелінійністю й мінливістю в часі параметрів. Нелінійність проявляється в тензочутливості (залежності пружних параметрів гірських порід від тиску), флюїдочутливості (залежності пружних, електромагнітних та інших параметрів не тільки від геохімічного складу твердої фази гірських порід, але й складу флюїдів (вода, нафта, газ), їхніх переміщень) і неадекватній реакції середовища на зовнішні впливи [1-3].

Варіації космічних полів у часі призводять як до ритмічних (упорядкованих), так і хаотичних (випадкових) змін параметрів природних і техногенних земних фізичних полів та процесів, що їх супроводжують. Таким чином, геологічне середовище залежить від фізичних і хімічних властивостей, геометричних параметрів твердої фази та флюїдів, а також від варіацій природних і усе більше зростаючих за інтенсивністю техногенних фізичних полів

При геоекологічних дослідженнях основними завданнями є:

1. Вивчення змін ВЧР під впливом природних і техногенних як катастрофічних, так і повільних процесів та оцінка їх екологічних наслідків.

2. Створення методів оцінки екологічної стійкості літосфери та способів збереження її екологічних функцій.

3. Медико-біологічне та соціально-екологічне забезпечення діяльності людей, пов'язаної з геологічним середовищем.

Предметом дослідження екогеофізики є фізичний стан і властивості, зміна в просторі та у часі природних (космічних і земних), штучних (антропогенно-техногенних) фізичних полів навколишнього середовища.

Екогеофізична інформація відрізняється досить високою інформативністю, відтворюваністю та експресністю зйомок, одержанням великої кількості параметрів, можливістю проведення дистанційних і повторних вимірів, розробленістю комп'ютерних технологій одержання "пометo-

© І.І. Онищук, 2007

дних" і комплексних фізичних параметрів. Кінцевою метою інтерпретації є використання геофізичних параметрів для одержання тих або інших екологічних, екогеохімічних, екогеодинамічних, екогідрогеологічних та інших параметрів шляхом встановлення кореляційних зв'язків.

Природа джерел забруднення довкілля та особливості екогеофізичних аномалій. Антропогенно-техногенне (речовинне або геохімічне) забруднення навколишнього середовища, включаючи геологічне середовище з підземними водами та навколоземною частиною атмосфери, охоплює понад 10% земної суші. Воно утворилося за рахунок:

- ✓ поховань радіоактивних відходів, а також наслідків аварій і катастроф на ядерних об'єктах (Чорнобильська зона, Урал тощо);
- ✓ відвалів гірських порід поблизу шахт, рудників (хвостосховищ), де складуються продукти (відходи) після обробки корисних руд;
- ✓ відходів великих промислових і будівельних підприємств та міських агломерацій (звалища);
- ✓ витоків нафтопродуктів на нафтогазових промислах і нафтоперегінних заводах, із трубопроводів, поблизу станцій, що перекачують нафту й газ, нафтосховищ, складів пально-мастильних матеріалів, аеродромів, автозаправок;
- ✓ сільськогосподарської діяльності (розпушення й засолення ґрунтів, розчинення добрив і ядохімікатів) та інших джерел.

Геохімічне забруднення ґрунтів, порід ВЧР та підземних вод може бути природним, наприклад, за рахунок природних електричних полів окислювально-відновної природи на рудних родовищах, і штучним, наприклад, твердими відходами при розвідці та експлуатації шахт і рудників, відходами промислового сільськогосподарського виробництва, побутовими смітниками тощо, рідкими забруднювачами при розливах нафти, нафтопродуктів, стоками від гірничопромислових підприємств, що зберігаються у відстійниках, шламосховищах тощо, газовими викидами при експлуатації газових родовищ на хімічних виробництвах. Такого роду забруднення приводять до зміни фізичних властивостей порід.

За геометричними параметрами, змінами у часі і складі, джерела антропогенно-техногенного забруднення геологічного середовища та підземних вод можна розділяти на [1,3,4]:

- ✓ точкові (скидання стічних вод у водойми або свердловини тощо), лінійні (витоки з нафтопродуктопроводів, забруднення уздовж доріг, каналів тощо), площинні (оранка та внесення добрив в ґрунти, урбанізовані території міст, промислові підприємства тощо). Характерно, що об'єкти які створюють екогеофізичні аномалії майже завжди мають субгоризонтальну будову;
- ✓ постійні, періодичні різної частоти, імпульсні;
- ✓ слабкі, середні і сильні за інтенсивністю, що створюють, відповідно, аномалії фізичних полів слабші, порівнянні та значно перевищуючі природні;
- ✓ з вилученням та переміщенням гірських порід, з видимими та без видимих змін поверхневих умов;
- ✓ зі зміною режиму або хімічного складу підземних вод та попаданням у них нехарактерних раніше геохімічних елементів, наприклад, внаслідок піритизації, окислювання тощо;
- ✓ з порушенням температурного режиму.

В результаті речовинного (геохімічного) забруднення геологічного середовища міняються фізичні властивості верхньої частини розрізу. Тому деформуються існуючі або створюються нові геофізичні поля різної інтенсивності та періодичності.

Аномалії геофізичних полів часто не співпадають з місцем розташування джерел забруднення внаслідок міграції забруднюючих речовин з повітряними масами, підземними водами, переміщенням гірських порід тощо.

У результаті вивчення геологічного середовища (ГС) за допомогою екогеофізичних методів виявляються статичні та динамічні (що змінюються в часі) геофізичні аномалії, які викликані джерелами забруднення. Основними видами забруднення ГС, що вивчаються за допомогою геофізичних методів, є радіоактивне і геохімічне.

Комплексування геофізичних методів для вивчення забруднень геологічного середовища. Як і у всіх областях застосування геофізики, у геоекології ефективні геофізичні комплекси включають певний набір методів: магнітометричні, електромагнітні, сейсмоакустичні, термічні, ядерні з використанням чотиримірних технологій – космічної, повітряної, наземної (акваторіальної) та свердловинної (підземної). Вибору раціонального комплексу методів для вирішення завдань у певних геолого-геофізичних умовах повинне передувати складання апріорних фізико-геологічних моделей (ФГМ). Під ФГМ розуміється теоретично очікуване джерело забруднення геологічного середовища, яке можна апроксимувати об'єктом простої геометричної форми (точкове або сферичне, циліндричне, площинне) із заданими відмінностями петрофізичних властивостей від вміщуючого середовища та інтервалом їх зміни в часі [1,3,4]. Будь-яка ФГМ може бути представлена трьома складовими: вихідної петрофізичної моделі вміщуючого середовища, стійкої (квазістійної) моделі забруднюючого об'єкта (джерела) і мінливої (імпульсно-періодичної) моделі, що характеризує зміну забруднення та фізичних властивостей джерела в часі. Таким чином, ФГМ є чотиримірною (4Д) (три виміри – просторові координати, четвертий – час).

ФГМ повинна бути такою, щоб для кожного методу геофізики можна було оперативно за допомогою ЕОМ вирішувати прямі задачі при різних параметрах моделей. Це необхідно як при проектуванні робіт і оцінці можливостей тих або інших геофізичних методів, так і в ході комплексної інтерпретації, коли обернена задача вирішується методом порівняння спостережених аномалій з розрахунковими.

На основі аналізу всієї геолого-геофізичної інформації визначаються опорні профілі і пункти для організації геофізичного каналу геоекологічного моніторингу динаміки розвитку (деградації) техногенного забруднення. При цьому найважливішими задачами геофізичних досліджень є [1, 3, 5]:

1. Пошуки джерел забруднення, визначення границь розповсюдження цього забруднення та шляхів його міграції.
2. Районування території за інтенсивністю техногенного забруднення.
3. Отримання кількісних показників, які характеризують міру дії забруднювачів на довкілля.
4. Оцінка тенденцій розвитку забруднення з плином часу.
5. Прогноз впливу антропогенної діяльності на конкретні екосистеми.
6. Спостереження за ефективністю захисних інженерно-технічних заходів по ліквідації наслідків техногенного забруднення.

Вирішення цих задач дозволяє створити динамічну геолого-геофізичну модель, яка задовольняє вимоги інженерно-геологічного моніторингу.

Як зазначалося, до комплексу геофізичних методів для вивчення речовинного забруднення геологічного середовища повинні, по можливості, входити аерокосмі-

чні, наземні, акваторіальні, свердловинні, підземні методи різної фізичної природи. Одні з них повинні застосовуватися на стадії картування території для оцінки різної чутливості до забруднень і з метою знаходження джерел забруднення (аерокосмічні та наземні), інші – для вивчення виявлених джерел, їхнього положення в просторі та зміни в часі зі складанням можливих прогнозів впливу на біосферу, тобто проводитися з метою моніторингу (наземно-аквальні та свердловинно-підземні методи).

Комплекс екогеофізичних методів частіше всього включає: мікроелектрозондування (МЕЗ), мікроелектропрофілювання (симетричне, комбіноване, серединного градієнта), метод природного електричного поля, георадарну, окислювально-відновних потенціалів, газову, еманаційну, радіометричну (гамма- та бета-), мікромагнітну, термометричну та інфрачервону зйомки, які можуть доповнюватись мікрокаротажними дослідженнями. В залежності від конкретних природних та техногенних умов і поставлених задач, вибирається раціональний комплекс геофізичних методів, основу якого становлять мікроелектрозондування.

Вибір декількох з названих методів залежить від геолого-геофізичних умов об'єктів досліджень. Періодично повторюючи профільні або площинні зйомки цими методами, можна судити про динаміку зміни забруднення, здійснювати прогноз (моніторинг) та видавати конкретні рекомендації для прийняття інженерно-технічних рішень по локалізації та (по можливості) ліквідації забруднення.

У процесі інтерпретації геофізичних матеріалів проводиться [6 – 10]:

- ✓ зіставлення результатів екогеофізики з даними екогеології, екогідрогеології та інших екологічних дисциплін, для яких екогеофізика є джерелом експресної, як правило, дистанційної, легко повторюваної та оброблюваної за допомогою ЕОМ інформації;
- ✓ встановлення одномірних або багатомірних зв'язків між геофізичними параметрами і властивостями об'єктів дослідження на основі параметричних спільних спостережень на ключових ділянках та одержанням лопчних, емпіричних, кількісних співвідношень для визначення через геофізичні параметри статичних і динамічних характеристик середовища. Наприклад, дані екогеофізики разом з даними екологічної геології та геохімії можуть використовуватися для оцінки та прогнозу антропогенно-техногенного забруднення, відповідності його гранично припустимим концентраціям (ГДК) по тим або іншим інградієнтам. Отримані екогеофізикою та екогеологією дані можуть слугувати матеріалом для контролю та локалізації забруднення, зберігатися в банках даних для використання в майбутньому.

Практичне застосування екогеофізичних досліджень. Прикладом успішного застосування комплексних наземних геофізичних та геохімічних досліджень для вивчення забруднення геологічного середовища можуть служити результати робіт, виконаних у районі одного з несанкціонованих міських звалищ м. Києва.

В процесі проведення геоекологічних досліджень в Дарницькому районі м. Києва випробовувався комплекс геофізичних методів, який включав: мікроелектрозондування (МЕЗ), резистивиметрію, сейсморозвідку МПВ та геохімічне опробування. При цьому еколого-геохімічна оцінка забруднення ділянок робіт виконувалась на основі комплексної інтерпретації результатів геохімічного опробування ґрунтів, донних відкладів порід зони аерації, ґрунтових та поверхневих проб, ґрунтового повітря.

Ділянка розташована в Дарницькому районі міста Києва, включаючи частково масив Березняки та новобудови. Геомофологічно це широка заплава, нижні надзаплавні тераси Дніпра, а також долина його невеликої притоки – струмка Пляховий (інша назва – Дарниця) [11]. У межах ділянки розташовані озера Тельбін і Нижній Тельбін, більш дрібні водойми та стариці.

На ділянці виявлені і розглядаються, за виключенням декількох невеликих областей, наступні об'єкти техногенного забруднення:

1. Заплава і призаплавна частина струмка Пляховий у крайній північно-східній частині ділянки – Пляхівська аномальна зона.
2. Озеро Нижній Тельбін та лінійна аномалія, що прилягає до нього зі сходу, які розташовані в північно-західній частині ділянки – Нижньотельбінська аномальна зона
3. Західна частина ділянки, забудована будівлями і підприємствами – Заводська аномальна зона, яка протягується вздовж вулиці, що прилягає до заводу "Буревісник"
4. Рівнинна заплавна частина ділянки, в якій багато озер, стариць, розташована південніше Пляхівської аномальної зони – Приозерна аномальна зона.

Матеріали попередніх робіт в цьому районі та отримані геофізичні дані свідчать про наявність фізичних передумов застосування методів електророзвідки для вирішення геоекологічних задач. Розповсюджені на ділянках породи і ґрунти ВЧР значно диференційовані за величиною електричного опору. При цьому високими значеннями опорів ρ (до 4000 Ом·м) характеризуються піски різнозернисті слабозволожені, а також підзолисті грунти піщані і супіщані, які складають зону аерації і відрізняються значною проникністю. Підвищений електричний опір (200 – 600 Ом·м) мають піски дрібнозернисті або різнозернисті з прошарками супісків і суглинків, в різній мірі зволожені, що розташовані вище рівня ґрунтових вод. Для незабруднених водонасичених пісків найбільш характерні електричні опори від 60 до 200 Ом·м. Різні типи ґрунтів, які зустрічаються в районі досліджень, мають електричні опори від 15 до 200 Ом·м. Підвищеною провідністю відрізняються лугово-болотні, торф'яно-болотні ґрунти оглеєні, перезволожені, які розповсюджені в заплаві Дніпра.

Серед техногенних утворень аномально низьким значенням електричних опорів (1 – 10 Ом·м) характеризуються інтенсивно забруднені ґрунти та породи із значним вмістом солей, які за своєю провідністю близькі до рудовміщуючих порід. Відносно низьким електричним опором (10 – 20 Ом·м) відрізняються менш забруднені (слабкозасолені) утворення. Виділяються також водоносні піщані відклади з пониженим опором (30 – 60 Ом·м), які можуть бути зв'язані з водонасиченими, слабкозабрудненими пісками, або з пісками глинистими (з прошарками суглинків, супісків). Порівняно з прісними водами значно більш низькими опорами відрізняються води мінералізовані (забруднені).

Несанкціоноване звалище розташоване в межах заплави Дніпра і його притоку стр. Пляховий. Ґрунтові води залягають тут близько до денної поверхні, переважно на глибині не більше 2 – 3 м. В результаті тривалого перезволоження формуються глейові, мулисті середовища, які відрізняються підвищеною глинистістю і сприятливі до підтоплення, а також для забруднення. Вони відрізняються зниженими, а місцями, дуже низькими електричними опорами. Значна диференціація за значеннями електричних параметрів створює сприятливі умови для застосування методів електророзвідки. В межах цієї площі виявлена і оконтурена Пляхівська аномальна ділянка.

За даними інтерпретації МЕЗ, які були виконані на звалищі, опір всіх геоелектричних горизонтів до глибини 16 м змінюється від 0,9 до 5,3 Ом·м , і лише в інтервалі глибин від 1,5 до 4,5 м він складає 10 Ом·м. На рис. 1 наведені фрагменти вертикального розрізу позірного електричного опору (ρ_n), та геоелектричного розрізу, які перетинають звалище.

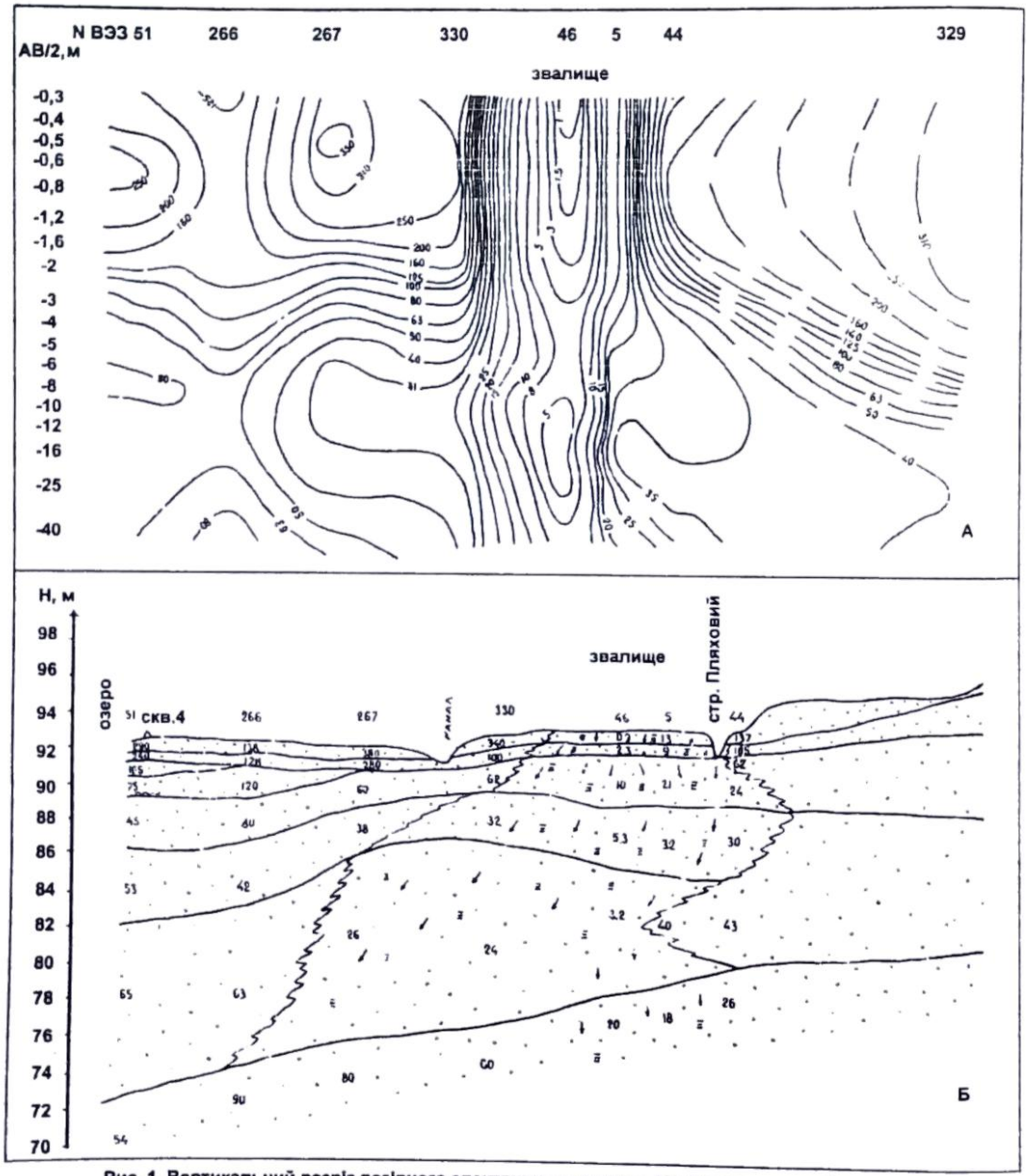

Рис. 1. Вертикальний розріз позірного електричного опору $\rho_к$ (А). Геоелектричний розріз (Б)

Подібний геоелектричний розріз характерний, звичайно, для рудних тіл з підвищеною провідністю (графітові тіла, рудопрояви поліметалічних руд). Але в даному випадку підвищена провідність викликана інтенсивним техногенним забрудненням середовища. На протязі тривалого періоду здійснюється додаткове фільтраційне живлення поверхневих і підземних вод за рахунок промстоків, хлорованих вод і інших техногенних рідин. Не виключені і хімічні реакції в тілі звалища з утворенням солей різного складу. В результаті на Пляхівській ділянці сформувалось своєрідне, техногенно змінене середовище, яке характеризується високою і підвищеною електричною провідністю.

Породи, які залягають в інтервалі глибин від 1 – 1,5 м до 3 – 4 м, і від 3 – 4 до 7 – 9 м в окремих місцях, головним чином на периферії ділянки, мають значення опорів 200 Ом·м і навіть до 800 Ом·м. Локальні максимуми співпадають просторово з відносними підняттями рельєфу денної поверхні. Приуроченість цих максимумів до неводонасичних пісків не викликає сумніву. Інша площа, де встановлені фонові, понижені і низькі електричні опори, відповідає областям розповсюдження водонасичених порід – алювіальних пісків різнозернистих.

Для отримання наближених даних про ступінь забруднення ґрунтових вод використані дослідження Інституту ВСЕГИНГЕО [12]. З них випливає, що електричний опір водонасичених порід тісно зв'язаний із складом водовміщуючих порід і ступенем мінералізації підземних вод. Водоносний горизонт на глибині 2,5 – 10 м представлений водонасиченими пісками (природна мінералізація ґрунтових вод в цьому районі – 0,3 – 0,7 г/л) [11]. Для визначення емпіричної залежності питомого електричного опору (ρ) від мінералізації ґрунтових вод (М) використані різні дані: резистивиметричні виміри в струмку Пля-

ховий, результати інтерпретації мікроелектрозондувань, виконаних на льоду водоймищ, хімічних аналізів води. Встановлено, що ділянки досліджень характерні така емпірична залежність: $lg\rho = 1,476 - 0,5lgM$, де ρ – питомий електричний опір горизонту ґрунтових вод, М – мінералізація (забруднення) ґрунтових вод.

Найбільш інтенсивне забруднення ґрунтів зафіксоване в районі звалища. В контурі поля забруднення значення сумарного показника забруднення, який базується на розрахунку адитивної суми коефіцієнтів концентрації хімічних елементів та їх сполук, складає від 3 до 32 одиниць. Встановлені наступні вмісти основних інгредієнтів забруднення (в мг/кг): свинець до 80, молібден до 4, цинк до 300, хром до 200, мідь до 80, олово до 10, літій до 30, а також амоній 65, хлор 100, нітрат до 70, сульфат до 450. В породах зони аерації зростає концентрація хлор-іонів і особливо сульфат-іонів, різко зменшується вміст металів. Область техногенного забруднення, що описується, досить контрастно проявилася в геоелектричному полі. Причому досить висока провідність характерна для тонкого ґрунтового шару (опір 2,3 Ом·м), низький опір (9 – 12 Ом·м) властивий породам зони аерації, понижений опір (< 20 Ом·м) – горизонту ґрунтових вод. Не викликає сумнівів, що забруднення геологічного середовища в районі звалища зумовлене регулярним скидом сміття, промислових відходів, можливо і зливом промислових вод.

За матеріалами екогеохімічної зйомки максимально високі забруднення характерні для водних систем – оз. Нижній Тельбін і стр. Пляховий, які фактично перетворені у відстійники промислових відходів Дніпровсько-Ватутінської промзони. У донних відкладах встановлені значні вмісти наступних металів (в мг/кг): ртуті 50 – 60 (вище за фон в 500 – 600 разів), срібла 10 – 20, міді 600 – 1200, цинку 1500 – 4000, свинцю 200 – 300, нікелю 150 – 250. Згідно результатам хімічних аналізів, а також численним резистивиметричним вимірюванням, мінералізація поверхневих вод в оз. Нижній Тельбін і стр. Пляховий складає в основному 1 – 1,1 г/л, що приблизно в 3 рази вище за фонову. В них встановлені високі вмісти (мг/л) різних інгредієнтів забруднення (в мг/кг): ртуті 0,013 (у 25 вище ГДК), нафтопродуктів 1,7, фенолів 0,18, хлорорганічних пестицидів (ДДТ і його метаболіти) 0,0008 а також хлору 470 та деяких інших компонентів.

Висновки. 1. В результаті речовинного (геохімічного) забруднення геологічного середовища міняються фізичні властивості верхньої частини розрізу, що зумовлює зміну існуючих або виникнення нових геофізичних полів різної інтенсивності та періодичності.

2. Факторами, які зумовлюють інтенсивні зміни і забруднення довкілля в районі досліджень є: стік та інфільтрація промислових і побутових забруднених вод; наявність звалища, систематичні обробки його хлорованою водою та її інфільтрація; високе залягання ґрунтових вод (глибина до 2 – 3 м.). З проведених геофізичних досліджень випливає також, що значна частина Пляхівської ділянки знаходиться в підтопленому стані, або потенційно підтоплюється, що суттєво підсилює процеси розвитку забруднення.

3. В процесі виконання геоекологічних досліджень виявлено, що геофізичні і геохімічні аномалії не завжди повністю співпадають на місцевості. Неповне географічне співпадіння цих аномалій пояснюється тим, що геохімічна зйомка виконувалась по верхньому гумусовому горизонту і характеризує вміст мікроелементів (важких металів) у верхньому шарі ґрунтового профілю, незалежно від ступеню зміни розрізу. Геофізичною зйомкою фіксуються аномалії, які зумовлені змінами фізичних властивостей і складу порід ВЧР під дією антропогенних факторів і фактично не залежать від вмісту окремих мікроелементів (за виключенням значних, концентрацій останніх, які для мікроелементів практично неможливі). Обидві зйомки взаємно доповнюють одна одну. Звідси, зважаючи на надзвичайно складну суперпозицію природних та техногенних процесів, випливає необхідність і доцільність застосування комплексу геофізичних, геохімічних та інженерно-геологічних методів при геоекологічних дослідженнях. Тільки такий, комплексний підхід до проблеми вивчення геоекологічного стану довкілля, є ефективним і дає позитивні результати.

4. Отримані дані свідчать про високу ефективність електрометричних методів при геоекологічних дослідженнях.

1. *Вижва С.А.* Геофізичний моніторинг небезпечних геологічних процесів. – Київ. "Обрії", 2004 – 236 с. 2. *Вижва С.А., Онищук І.І., Безродний Д.А.* Екогеофізичний моніторинг міських агломерацій // Вісник Київ. ун-ту. Геологія – 2003 – №25. – С 71-75. 3. *Огильви А.А.* Основы инженерной геофизики. М. Недра, 1990 – С 324-378. 4. Геоэкологическое обследование предприятий нефтяной промышленности. Под ред. *В.А. Шевнина и И.Н. Модина.* – Москва., RUSSO, 1999 – 511с. 5. *Онищук І.І., Рева М.В., Нікіташ О.П., Онищук В.І.* Дослідження техногенного забруднення довкілля геофізичними методами // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія – 2006 – № 38-39 – С. 93-96. 6. *Онищук І.І.* Особливості застосування геофізичних методів при геоекологічних дослідженнях в Дарницькому районі м. Києва. // Вісник Київ. ун-ту. Геологія – 2001 – Вип 19 – С 42-46. 7. *Онищук І.І.* Геоелектричне вивчення підтоплення центральної частини Національного комплексу "Експоцентр України" // Вісник Київ ун-ту. Геологія. – 2002 – № 21 – С. 61-63. 8. *Онищук І.І.* Застосування екогеофізичних досліджень при вивченні підтоплених ґрунтів. Вісник Київ. ун-ту. Геологія. Вип. 20. Київ, 2001. С 67-70. 9. *Онищук І. І., Рева М. В.* Принципи геофізичного картування стану земель. Вісник Київ. ун-ту. Геологія – 2004 – №29 – 30. – С 36-40. 10. *Вижва С.А., Онищук І.І., Безродний Д.А.* Екогеофізичний моніторинг міських агломерацій // Вісник Київ. ун-ту. Геологія – 2003 – №25. – С 71-75. 11. Четвертичные отложения Киева и его окрестностей / *Ю.А. Грубрин, Б.Г. Еськов, А.В. Матошко, Э.Б. Савронь.* – К. 1982 – 58. (Препр. / АН Украины. Ин-т геологических наук). 12. *Шарапанов Н.Н., Черняк Г.Я., Барон В.А.* Методы геофизических исследований при гидрогеологических съемках с целью мелиорации земель. – М.: Недра, 1978. – 143 с.

Надійшла до редколегії 14.02.07

УДК 550.831+624.04

Є.В. Літвінова, ст. викл.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ДІЙСНОГО РУХУ КОЛИВАЛЬНИХ СИСТЕМ ((ЗСУВІВ) ҐРУНТУ Й ТОЧОК СПОРУДИ)

Наведені результати застосування розробленої комплексної методики детального дослідження реакції споруди та ґрунта на механічну дію, що дозволяє враховувати оцінку змінної в часі спектральної характеристики споруди.

Results of application of the developed complex method of the detailed research of reaction of building and foundation on a mechanical action, that allows to take into account the estimation of variable in time of spectral description of building, have been given.

Актуальність проблеми. Розвиток нових технологій висуває підвищені вимоги до точності розрахунку об'єктів із сучасних матеріалів і надійності прогнозування їхньої поведінки в умовах дії фізичних полів різної природи. Це вимагає удосконалення методів розрахунку й обумовлює необхідність ускладнення застосовуваних розрахункових моделей, що враховують різні фізико–механічні властивості. Серед цих факторів визнача-

© Є.В. Літвінова, 2007