Kyiv National Taras Shevchenko University

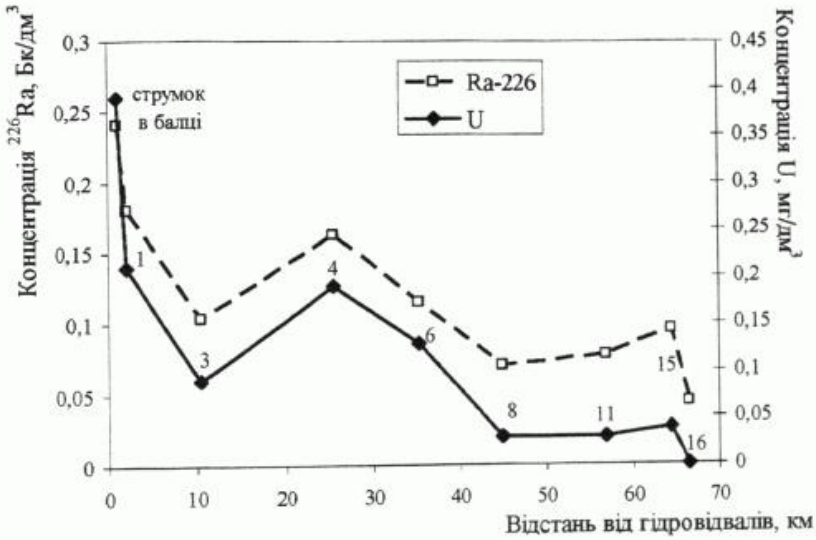

Рис. 2. Зміна концентрації ^{226}Ra та U у воді по мірі віддалення від ставка-накопичувача шахтних вод шахти «Нова» в серпні 2006 р. Цифрами на графіку позначені номери створів

Висновки. На сьогодні якість води Карачунівського водосховища в місці господарсько-питного водозабору м. Кривий Ріг перебуває під загрозою перевищення ГДК за рядом токсичних елементів першої та другої груп небезпеки. В створі, який знаходиться всього в 2 км вище за течією від водозабору, зафіксовано концентрацію U, що перевищувала ГДК у 2 рази (0,04 мг/дм^3). Вплив скидів шахтних вод з гідровідвалів ГЗК та уранової шахти «Нова» в м. Жовті Води проявляється у збільшенні концентрацій урану, радію-226, марганцю, загальної мінералізації та інших показників хімічного складу вод р.р. Жовта та Інгулець. Води р. Жовта характеризуються перевищенням ГДК урану для питної води у 10-12 разів.

Відсутність досконалої системи очищення шахтних вод та водопідготовки в місці водозабору вимагає постійного застосування засобів прогнозування наслідків регламентних та можливих аварійних скидів забруднених вод. Найбільш точний прогноз якості води в місці водозабору можна отримати, використовуючи запропоновану камерну модель неповного перемішування із запізнілим аргументом, коректність яких доведена високим відсотком збігу з фактичними даними при тестуванні в міжнародному проекті "EMRAS" та на водних об'єктах Чорнобильської зони відчуження. Дана модель може бути адаптована для врахування надходження забруднюючих речовин в річки з підземним бічним стоком. Для забезпечення моделі вхідними параметрами недостатньо даних, отриманих в мережі відомчого моніторингу Держводгоспу або Держкомгідрометру України. Для гідросистем з підвищеним ризиком забруднення питних водозаборів слід створювати локальні автоматизовані мережі оперативного контролю поточного стану вод, які досить широко впроваджені в країнах Західної Європи.

1. *Гідроекосистема* Криворізького басейну – стан і напрямки поліпшення / Багрій І.Д., Гожик П.Ф., Самоткал Е.В. та ін. – К.: Фенікс, 2005. – 216 с.
2. *Вишневський В.І., Косовець О.О.* Гідрологічні характеристики річок України. К.: Ніка-Центр. 2003. – 323 с. 3. *Сизоненко В.П.* К вопросу об оценке влияния режима эксплуатации Киевской ГЭС на концентрацию стронция–90 на вытоке из Киевского водохранилища // Проблеми загальної енергетики. Науковий збірник. №2, К.: Інститут загальної енергетики НАН України, 2000. – С.58-63.

Надійшла до редколегії 19.02.08.

УДК 551.2/.3:537.315:(551.508.94+551.14)

В. Бублясь, канд. геол.-мін. наук, В. Шестопалов, акад. НАНУ, М. Бублясь, асп.

ЕЛЕКТРОГЕОДИНАМІЧНІ ЯВИЩА В АТМОСФЕРІ І ЛІТОСФЕРІ ТА ЇХ ВПЛИВ НА МАСООБМІН

Розглянуто проблемні питання щодо принципів формування електричних явищ (напруженості електромагнітного поля, напруги і сили електричного струму), їх зміни в часі і просторі і вплив на масообмін між атмосферою і літосферою. Представлені експериментальні дані, які отримані в лабораторних і польових умовах. Результати цих робіт показують залежність руху рідкої фази покривних відкладів (в зразках непорушеної структури) від зміни певних електричних потенціалів, що формуються в атмосфері і літосфері.

The problem questions of the principle formation of electric phenomena (electromagnetic force, strain and strength of electric current), their variation in space and time, and influence on the mass exchange between the atmosphere and lithosphere are considered. The experimental data obtained in laboratory and field conditions are represented. The results of works show the dependence of the liquid phase movement in the covering deposits (in samples of undisturbed structure) on variations of definite electric potentials formed in the atmosphere and lithosphere.

Вступ. Вивчення електричних полів атмосфери і літосфери, що знаходяться в одному ряду із гравітаційними, тепловими, ядерними і магнітними полями, які управляють всіма процесами в геосфері, має велике наукове значення. Якщо дослідження ролі гравітації, температури і ядерних енергій у природних процесах мають значне досягнення, то про значення електричних і електромагнітних енергій в житті Землі і окремих її сфер пізнано ще дуже мало.

© В. Бублясь, В. Шестопалов, М. Бублясь, 2008

Kyiv National Taras Shevchenko University

Про це ясно свідчили доповіді Міжнародної наукової конференції («Енергетика Землі, її геолого-екологічні прояви, науково-практичне використання», Київ, 2005).

А тому, на нашу думку, однією із найбільш актуальних проблем наук про Землю є вивчення закономірностей електромагнітних потоків між атмосферою і літосферою і їх вплив на процеси, що відбуваються в цих сферах.

В останні роки ми спостерігаємо значну увагу дослідників різних галузей до вивчення електричних явищ в атмосфері де є певні успіхи, але природа електричних струмів у літосфері і їх вплив на геологічні процеси досліджені на значно нижчому рівні. Сьогодні необхідність подібного роду дослідження ставиться життям і вимогами найрізноманітніших галузей науки й практики. Питання балансу електричних струмів між атмосферою і літосферою було одним із основних в програмі дослідження під час міжнародного геофізичного року [1].

На сьогодні геофізичною наукою встановлено, що елементи приземної атмосферної електрики мають тісний зв'язок із процесами в земній корі. У роботі Е.А. Чернявського «Електрична буря» [2] повідомлялося про аномальні сплески атмосферного електричного поля (АЕП), яке у декілька разів перевищувало фоновий рівень за декілька годин перед землетрусом. Велика робота по контролю за атмосферними електричними полями в сейсмоактивних районах була проведена Бончковським В.Ф. [3] на Гармському прогностичному полігоні Інституту фізики Землі РАН. Цікаві дані про вплив природних геоелектричних і геомагнітних полів із ясно вираженою добовою циркуляцією на гідродинамічні і геохімічні процеси в геологічному середовищі представлені у монографії С.Ю. Баласаняна «Динамічна геоелектрика» [4].

Судячи із опублікованих матеріалів і останніх наших досліджень, формування електричних явищ в геосфері і їх вплив на ряд процесів є досить складною науковою проблемою. До основних проблемних питань належать багатофакторність природи самих струмів, їх зміна часто протікає в короткі проміжки часу із значеннями, інколи, у декілька порядків.

За останні роки дослідження факторів вологообміну в покривних відкладах ми наблизились до однієї із основних проблем – це встановлення фактів впливу електричних компенсаційних струмів в мікрогеодинамічних зонах на підвищений масообмін.

Матеріали, методи і район дослідження. Попередніми матеріалами даної роботи послужили дані аналізу опублікованих джерел.

І.М. Імянітов досліджуючи електричні явища в атмосфері у Головній геофізичній обсерваторії ім. А.І. Воєйкова [5] вважав, що електричні струми, які протікають в атмосфері, у великій мірі залежать від її іонізації, а основною причиною іонізації є радіоактивні й космічні випромінювання. Земля, атмосфера й вода, в тому числі і опади, містять радіоактивні речовини, які при розпаді іонізують повітряні аерозолі. Космічні промені й сонячна радіація пронизуючи атмосферу також іонізують її. Інтенсивність іонізації залежить від складу й кількості аерозолів і молекул води, величина яких із наближенням до земної поверхні збільшується.

Виникнення електричних струмів, що заставляють рухатися високорухомі складові геологічного середовища пов'язано ще з більш складною і різноманітною низкою факторів. В першу чергу це електричні збуджені потенціали, що виникають в результаті нерівномірної швидкості обертанням Землі навколо своєї осі, де одна і та ж ділянка літосфери протягом доби (місяця, року) зазнає дій припливних і відпливних деформацій, [5;6]. Електричні потенціали виникають також і між різними геологічними шарами під дією тектонічних рухів і гравітаційних сил, конвективних теплових різнофазових потоків. Широкий спектр електричних потенціалів формується на мікрорівні. Кожна елементарна частинка високо дисперсних порід в результаті не скомпенсованих зарядів має електричні заряди, які відіграють основну сорбційну їх функцію. Утворення дифузно-адсорбційного потенціалу в гірських породах обумовлено, в основному, наявністю подвійного електричного шару на поверхні розділу твердих мінеральних високодисперсних частинок і порових розчинів, які належать до слабо рухомої фази. Ефекти переміщення іонів і формування електричних потенціалів спостерігаються в капілярах порід [7]. Е.М. Сергєєв, досліджуючи властивості порід [8], відмічав, що в дисперсних породах рух води по порах протікає не тільки під впливом механічних сил, але і під впливом градієнтів електричних потенціалів, і що швидкість руху води під впливом електричних потенціалів можна визначити за формулою аналогічною закону Дарсі – $V=K_e \operatorname{grad} \psi$ – за добутком коефіцієнту електроосмосу на градієнт електричного потенціалу.

Електроосмотичний рух води відбувається в разі активного руху іонів певного знаку, які захоплюють з собою молекули води. Оскільки в дифузних шарах частіше всього переважають катіони, то рух води відбувається в сторону катоду (електроду від'ємного знаку), або із поверхні землі, зарядженої позитивними зарядами, в глибокі горизонти, де переважають від'ємно заряджені іони. Роль електроосмосу в породах збільшується із збільшенням дисперсності порід, концентрації розчинених солей у порових розчинах, вологості і градієнту електричних потенціалів [7].

Електричний струм у порових розчинах переноситься іонами. А тому чим більша концентрація іонів, тим більша питома електропровідність розчинів. Число іонів в 1 $см^3$ залежить від концентрації розчинених речовин, величини зовнішнього збудження і від ступеня їх дисоціації. В тонкодисперсних породах при вологості приблизно 6% електропровідність близька до нуля. При збільшенні вологості електропровідність поступово підвищується. Таке підвищення досягає максимуму при збільшені вологості до рівня 60-80% [8] від величини повної вологоємкості. А при подальшому підвищенні вологості електропровідність буде падати через зменшення концентрації іонів (щільності електроліту). Підвищення температури розчинів зменшує їх в'язкість і підвищує електропровідність, а при від'ємних температурах (замерзанні розчинів) різко збільшується їх опір і електропровідність зменшується.

На сьогоднішній день гідрофізики у зв'язку із складністю фіксації різного типу електричних потенціалів в атмосфері і літосфері не враховують їх при оцінці водообміну на різних рівнях. Хоча, як буде показано нижче, електричні і електромагнітні явища відіграють велику роль в масообміні указаних сфер.

Як бачимо природа електричних струмів і їх обмін в геосфері є багатофакторним явищем із дуже складними процесами, які потребують пояснень ще багатьох явищ і процесів. А тому, ми в даній роботі основну увагу будемо концентрувати на ефектах, які викликають електричні струми в гідрогеосфері. Велику кількість даних по вивченню факторів енергомасообміну ми отримали в результаті дослідження западинних морфоскульптур, в яких всі генетичні і динамічні показники виражені на значно вищому рівні (у декілька разів), ніж на фонових ділянках.

Дослідження характеру зміни електричних показників (напруженості, напруги і величини струму) проводились в межах западини полігону «Лютіж». Постійні пункти замірів вибрані із урахуванням даних будови западини і геофізичного зондування покривних відкладів [9].

Kyiv National Taras Shevchenko University

В своїх дослідженнях величин електричного струму і напруги електричного струму ми використовували виготовлений нами екран (антену) із дюралевої пластини розміром 50 ›‹ 50 см, встановлений на фторопластових ізоляторах. В якості вимірювального приладу був використаний сертифікований мультиметр. Антена при вимірюванні з'єднувалась із поверхнею землі через неполяризуючий електрод.

Для вимірювання напруженості електричного поля на рівні денної поверхні землі використовувався ротаційний флюксметр з плоскими елементами, принципова схема якого була розроблена І.М. Імянітовим [10], а сам прилад (електронна схема і датчик) був модернізований і виготовлений в ІГН Чуруброви М. С. У принциповій схемі вимірювання напруженості поля використаний генераторний метод періодичного екранування і перетворення постійного струму на змінний за допомогою модулятора (екранної пластини). Кількісна і якісна оцінка іонного середовища атмосфери проведена за допомогою електронного лічильника іонів МАС-01. Варіації магнітного поля вимірювались магнітометром ЛМІ-12 з автоматичним щосекундним записом величин.

Основні дані, що представлені в даній статті отримані в результаті стаціонарних (режимних) досліджень представлених факторів за період – 2005 - 2007рр. Для виявлення чітких ефектів впливу електричних струмів на переміщення вологи в зоні аерації в польових умовах проводилися детальні режимні (погодинні) заміри (в основному протягом доби - двох діб на тиждень) - 1) рівнів ґрунтових вод, 2) напруженості електромагнітного поля, 3) напруги електричного струму, 4) сили електричного струму (на границі атмосфера-літосфера і в породах зони аерації), 5) якісної і кількісної оцінки іонного середовища, 6) тиску порової вологи (за допомогою керамічних датчиків) на фоновій і аномальних ділянках, а також 7) атмосферного тиску, 8) вологості повітря, 9) температури у відкладах до глибини 2м, 10) вологості в породах зони аерації, 11) температури повітря, 12) магнітного поля, 13) характер погоди. Дана кількість показників була прийнята спеціально для встановлення основних і другорядних факторів впливу на водообмін. Такий підхід у плануванні польових досліджень базувався на попередньому аналізі факторів, що впливають на рух вологи в зоні аерації і на величини електричних і електромагнітних варіацій. До факторів електричної складової належать – сонячна радіація, електричні збуджені потенціали літосфери і електричні заряди збуджені рухом повітряних мас. Метеорологічні дані показують, що кожну зміну погодних умов супроводжують певні потоки повітряних мас, які приносять і певні електричні потенціали. Відомо, що в пограничній зоні двох повітряних мас із різними температурними показниками виникають електричні заряди (принцип термопари) величина яких прямо пов'язана із величиною різниці температур.

Результати та обговорення. В даній частині роботи ми показали результати експериментальних досліджень і зробили спробу оцінити роль електричних і електромагнітних явищ в атмосфері і літосфері у водообміні між цими сферами.

Для підтвердження гіпотези про вплив електромагнітних полів та електричних струмів на масообмін між атмосферою і літосферою в геодинамічних зонах ми провели ряд експериментальних досліджень по виявленню впливу електричних струмів (природних і штучних електричних варіацій) на величину перетоку вологи в зразках непорушеної структури. В гідрофізичній лабораторії виконана серія експериментальних дослідів на зразках непорушеної структури (монолітах), де проводилось спостереження за характером інфільтрації води при від'ємному тиску в нижній камері (на виході) 0,2 м водного стовпа (за методикою [11]) і при різних природних і штучних електричних режимах. Ці експерименти показали, що при природних електричних режимах протягом доби кількість інфільтрованої води постійно змінюється у досить великих межах. В денний час спостерігається синусоїдальне коливання з частотою приблизно 2 години, де в більшості випадків, виділяється два максимальних піки, у 12 і 14 годин (інколи проявляються підвищення інфільтрації о 10 і 16 годинах). Крім того, чітко виділяється денний і нічний режими – в більшості випадків у денний час інфільтрація вища, ніж у нічний час. Максимальні коливання протягом доби відмічалися у межах 1-8 мл/год, а мінімальні у межах 1-0 мл/год. Крім коливань протягом доби простежується і зміна добових величин інфільтрації води протягом місяця і року. Протягом місяця спостерігається частіше всього два піки підвищеної інфільтрації, приблизно на 15-20 %. Цікавою є зміна величини інфільтрації протягом року (рис. 1), де найменша інфільтрація відмічається зимою. У весняні місяці (з кінця лютого по квітень) інфільтрація збільшується також приблизно на 15-20% (від середньої річної). У травні - липні інфільтрація досягає максимуму – 7 мл/добу. У серпні інфільтрація поступово починає знижуватися із мінімальним зниженням у жовтні. Так, якщо середньорічна величина інфільтрації за 2005 р. склала 4,3 мл/добу, то мінімальні значення у жовтні – листопаді досягали 2,4 мл/добу. У листопаді-грудні інфільтрація поступово підвищувалася, а мінімальні добові значення інфільтрації було зафіксовано у січні 2006 р – 0,5 мл/добу.

В результаті досліджень отримано чітку залежність впливу як варіацій природних електричних струмів, так і штучних, на величину перетоку вологи. Із збільшенням електричних струмів кількість інфільтраційної води через зразок збільшувалась. Отримані результати об'єму інфільтраційної вологи синхронно співпадають із графіками (моноліт) варіацій природних електричних струмів. Заміри напруженості електромагнітного поля і величини електричного струму в межах геодинамічної зони на полігоні «Лютіж» показують, що в геодинамічних зонах величина компенсаційних струмів в періоди максимальної насиченості атмосфери іонами в декілька разів перевищує фонові значення.

Перші, чітко виражені ефекти електричних і гідрогеологічних показників в природних умовах були отримані 18-19 січня 2006 р. На ці дні припадає прихід сильного циклону під назвою «Кирило», який супроводжувався сильними поривами вітру - до 20 м/сек. Різко падав атмосферний тиск - з 1002 до 970 гПа за добу. Вночі 19.01 пройшов сильною інтенсивності дощ тривалістю біля 2,5 години (4,1 мм). Було відмічено три етапи підвищення напруженості електромагнітного поля. Перший - в середині дня 18. 01, другий – вечором цього дня, і третій – вранці 19. 01. Максимальні значення напруженості досягали 1000 в/м. Напруга і величина електричного струму (закономірно) підвищувалися у денний час 18. 01. Напруга підвищувалася на 20 %, а сила струму на 50 %. Різкий стрибок напруги і сили струму відбувся після дощу – на 300% і 4000% відповідно. Таке підвищення електричного струму, на нашу думку, пов'язано із електричними потенціалами, принесеними краплями дощу, які отримали заряд у сильному електромагнітному полі. Атмосфера перед дощем мала високу щільність насиченості іонами. Як правило такої величини заряди дощові краплі приносять у літній період при високо зарядженій атмосфері. Найменші значення напруженості спостерігалися в центральній частині западини. Це свідчить про високий рівень розрядки електричних потенціалів в даній точці (це явище також характерне для літнього періоду). А тому, ймовірно є логічним те, що рівні ґрунтових вод в центральній частині западини піднялися за добу на 8 см, а на фоновій ділянці – біля 1 см.

Kyiv National Taras Shevchenko University

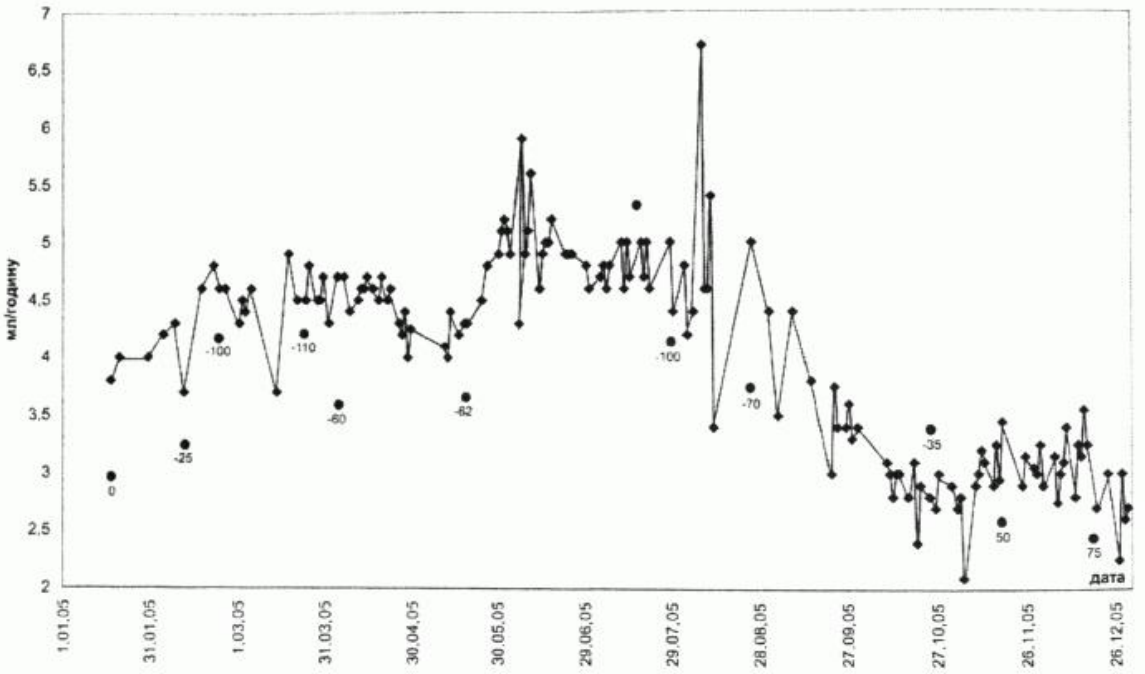

Рис. 1. Графіки зміни інфільтрації води в моноліті, відібраному із западинної морфоскульптури полігону «Лютіж», при постійному від'ємному тиску 0,2 м водного стовпа, температурі 20^0 (± 2^0) на протязі 2005 р. Цифрові позначки на графіку – величина природних значень напруги електричного струму (заміряних на полігоні)

Значні коливання РГВ у висхідному і низхідному напрямках спостерігаються в основному у аномальній зоні. За період останніх спостережень було встановлено, що на величину зміни РГВ в більшості випадків впливають величини електричних полів, а на напрямок переміщення РГВ впливають знаки переважаючих іонів. Так, під час переміщення теплого фронту, який приносить переважно іони із знаком + відбувається підняття РГВ, а холодні фронти із від'ємними зарядами впливають на зниження РГВ. На границі двох повітряних мас із різними тепловими значеннями виникають електричні поля (термоелектричні явища). В місцях проходження фронту – в зоні зіткнення різнотемпературних повітряних мас і утворення певних електричних зарядів, на земній поверхні формуються іони протилежні за знаком.

Ми вважаємо, що в даному випадку можлива взаємодія самого геологічного середовища, яке генерує свої електричні потенціали, із атмосферними електричними полями (особливо в аномальній зоні). На таку думку наштовхують дані високих значень напруженості електромагнітного поля в ці періоди (500 – 3000 в/м) і різке зниження його в аномальній зоні майже на порядок. Це показує, що в аномальній зоні відбувається активне переміщення атмосферних заряджених іонів у геологічне середовище, які в свою чергу збуджують (підсилюють) іонне середовище порід, в результаті чого відбувається перетікання цих зарядів у глибокі горизонти, що спричиняє переміщення певної кількості води в низхідному напрямку.

Розглянемо схему впливу іонів певного знаку на рух вологи в зоні аерації. На земній поверхні протягом більшої частини року переважають іони із позитивними зарядами, особливо в теплу пору року в періоди із високою вологістю. З глибиною в грунті кількість позитивних іонів зменшується, а від'ємних збільшується. При такому стані між поверхневими і глибокими шарами зони аерації формується різниця електричних потенціалів, в результаті чого виникає напруга і рух іонів у напрямку зарядів із від'ємним знаком. Електрокінетичні явища – електроосмосу і електрофорезу в дисперсних грунтах на сьогодні досліджені досить глибоко. Відомо, що рух води в грунтах під впливом постійного електричного струму має напрямок від аноду до катоду. У нашому випадку анодом служить поверхня грунтового покриву, а катодом – глибокі шари поверхневих відкладів. В результаті ми маємо загальну схему впливу електричних струмів в теплий період року у низхідному напрямку (рис.2). Але, електричні потенціали атмосфери змінюються в дуже широких межах, як по величині, так і за знаком. І в разі, коли з надходженням з певними повітряними масами переважно позитивних зарядів, вони підсилюють низхідне переміщення вологи і рівні грунтових вод підніматься. А при надходженні від'ємних зарядів відбуваються зворотні процеси – волога зони аерації рухається в сторону поверхні і РГВ знижуються.

За весь 2007 р. таких періодів із чітко вираженими змінами погодних умов було біля 80, тобто – 40 із холодними повітряними масами і 40 із теплими. Максимальне підняття РГВ спостерігалося 19.01.07 до 14 см за двотижневий період. Така реакція зміни РГВ на зміну певних електричних потенціалів відбувається більш активно і чітко в аномальній зоні, тоді як у фоновій свердловині за даний період відбувалося зниження РГВ на 5 см. У свердловині фонової ділянки РГВ на зміну атмосферних фронтів реагують значно слабше (у 2-4 рази менше). Таку відмінність у величинах коливання РГВ в аномальній і фоновій свердловинах можна пояснити підвищеними: питомою активністю радону, вологістю, кількістю глинистих часток, заліза та ін. в активній зоні швидкої міграції по відношенню до фонової ділянки, що підсилює іонне її середовище і електричну проникність порід.

Kyiv National Taras Shevchenko University

Про вплив електричних струмів на підвищений водообмін в зонах високої міграції свідчать і періодична поява депресивних воронок в центральній частині мікрогеодинамічної зони, величина яких у лютіжській западині досягає 20 см.

Розглянута роль електричного струму в геологічному середовищі ймовірно є причиною переміщення радіонуклідів чорнобильського походження на великих глибинах [4; 5] (до 100 і більше метрів). До речі, явища не прогнозованого аномально глибокого переміщення техногенних речовин зафіксовано в ряді країн. Цікавим моментом є характер руху радіонуклідів у зоні аерації западинної форми [9]. Дослідження особливостей динаміки радіонуклідів в аномальній зоні і на фоновій ділянці на полігонах Зони відчуження показують, що швидкість, кількість і глибина переміщення їх постійно змінюється протягом одного року і окремих років за післяаварійний час.

Результати досліджень ґрунтів в геодинамічних зонах за допомогою електронного мікроскопа і хімічного аналізу свідчать, що в них змінений хімічний і мінералогічний склад і структура ґрунту. Між окремими агрегатами змінюється (зменшується) міжагрегатна плазма, і виражена активна руйнація колоїдних плівок на високодисперсних елементарних частках. Крім того, ясно простежується ерозія поверхні самих піщаних часток.

Не менш цікавим фактом, який свідчить про специфічну роль електричних струмів є підвищена руйнація твердої фази порід, яка постійно приноситься у центральні частини западинних форм поверхневими водами. Ці явища звичайним вилуговуванням пояснити важко. Скоріше всього вони підсилені електрохімічними процесами. Більше того, нами встановлено факт підвищеного рівня розчинення в геодинамічних зонах кремнезему (в ґрунтових водах в межах мікрогеодинамічної зони встановлено підвищений вміст кремнезему), процес якого без впливу електрохімічних реакцій практично не можливий. А зменшення мінералізації порових розчинів у 10 і більше разів у так званих «вікнах» роздільних водотривких шарів глибоких горизонтів [12; 13], на нашу думку, теж можливо пов'язано із дією електричних струмів.

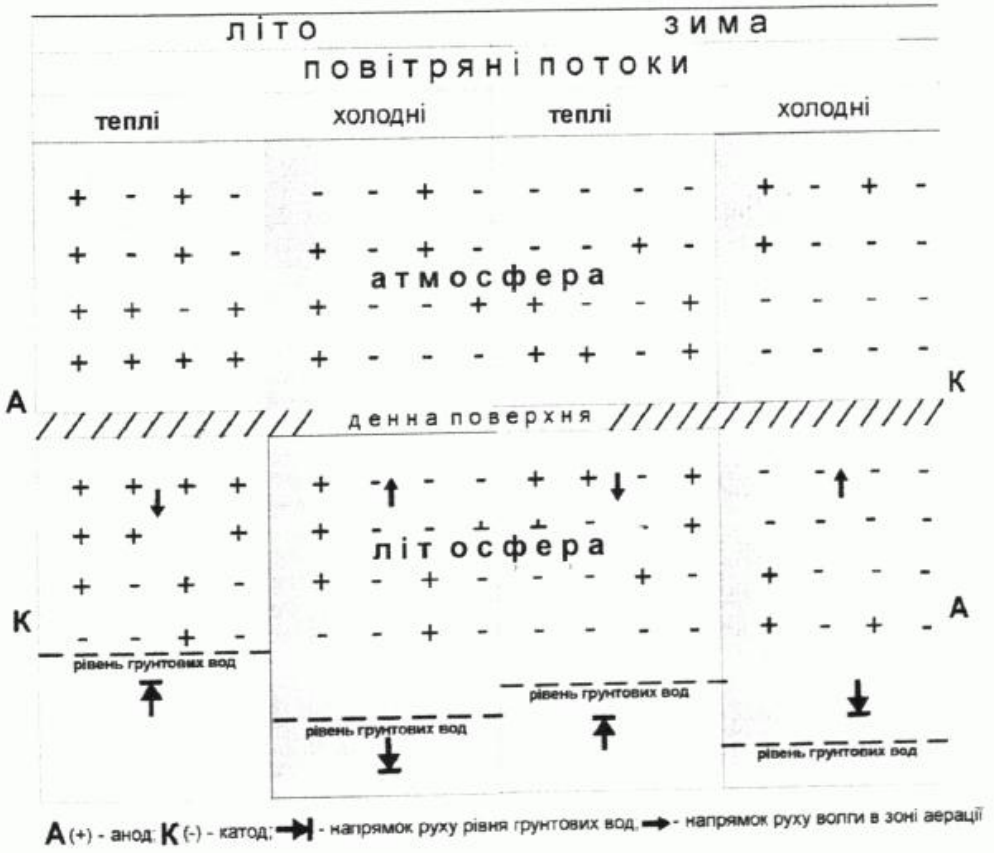

Рис. 2. Принципова схема формування іонного середовища різнотемпературними повітряними масами в атмосфері і літосфері і його вплив на рух вологи в зоні аерації і зміну рівнів ґрунтових вод

Виходячи із загальної картини електричних складових (напруженості, напруги, величини струму і іонного середовища) можна сформувати загальну логічну схему взаємодії цих складових. Напруженість електромагнітного поля різного походження і різної інтенсивності постійно формує іонне середовище з певним електричним зарядом в приземному шарі атмосфери. Протилежним за енергетичним знаком, або відмінним за величиною заряду цьому середовищу є геологічне середовище, яке також генерує електричні поля, іонні і електронні збуджені потенціали. І між атмосферою і літосферою постійно проходить обмін енергією цих потенціалів, який виражений напругою і величиною електричного струму. На підставі визначених фактичних даних - замірів напруженості, напруги і величини електричного струму було встановлено ряд закономірностей. Електричні струми, які виникають на границі між атмосферою і літосферою є по суті компенсацією різних за знаками, або величиною зарядів, одні із яких, виникають в атмосфері, а інші, в літосфері. Величина цих зарядів може змінюватися в великих межах і в часі від кількох секунд до кількох діб, в залежності від певних умов.

Kyiv National Taras Shevchenko University

Аналіз даних детальних спостережень із листопада 2006 р. по серпень 2007 р. показує тісний зв'язок руху вологи в зоні аерації (на підставі оцінки коливання рівнів грунтових вод) із зміною основних компонентів клімату (температури, вологості, іонного середовища, статичних електричних полів), у відповідності із сезонною зміною кліматичних умов в результаті чого виділені сезонні режими впливу електричних і температурних енергій на зміну РГВ.

Висновки. Експериментальні дані дослідження свідчать, що: 1) Електричні струми, напруга і напруженість поля більш сильно виражені в межах аномальних зон ніж на фонових ділянках. Про вплив електричних струмів у мікрогеодинамічних зонах на аномально високий масообмін свідчать, в першу чергу, дані високих струмів в їх межах; 2) встановлено, що у більшості випадків на значні коливання рівнів грунтових вод в аномальній зоні у висхідному і низхідному напрямках впливають електричні потенціали (іони), які формуються на границі різнотемпературних повітряних мас (при зміні погодних умов) та ін. 3) серйозним підтвердженням висунутої тези є певна синхронність у зміні електричних струмів, заміряних на полігоні, і величин інфільтрації, зафіксованих в лабораторних умовах; 4) суттєвим підтвердженням гіпотези про особливу геологічну дію електричних струмів є порушення структурних зв'язків в елементарних частинках у межах мікрогеодинамічних зон (визначених електронним мікроскопом), руйнація і винесення за межі западинних морфоскульптур твердої фази порід, особливо кремнезему; 5) загальна мінералізація першого водоносного горизонту в центральній частині западинної форми у 2-4 разів нижча ніж на фоновій ділянці; 6) в аномальній зоні постійно (в залежності від певних умов) формуються депресивні воронки і купола розтікання.

Водні розчини в геологічному середовищі досить чутливі до зміни електромагнітних полів і електричних потенціалів. Ритми електричного поля, що формуються під впливом сонячної радіації відіграють значну роль у геологічних процесах. Вирішення даної наукової проблеми дасть можливість вирішувати ряд актуальних на сьогодні практичних задач, які відносяться до екології, гідрогеології, інженерної геології, геоморфології, ґрунтознавства, кліматології, біології, тощо. Дослідження електромагнітних явищ в атмосфері і літосфері розширюють пізнання природи електричних сил, які взаємодіють з гравітаційними, тепловими, магнітними і керують усіма процесами в геосфері.

1. Куликов К.А. *Вращение Земли. – М. Недра, 1985. – 159 с. 2.* Чернявский Е.А. *Электрическая буря. Бюл. САГУ, 1925, №10. С. 157-162. 3.* Бончковский В.Ф. *Изменение градиента электрического потенциала атмосферы как один из предвестников землетрясений., Тр.Геофиз. ин-та АН СССР, М., Из-во АН СССР , 1954 , №25 (152). С. 192-206. 4.* Баласанян С.Ю. *Динамическая геоэлектрика. Новосибирск, «Наука» Сибирское отделение. 1990, 231 с. 5.* Имянитов И.М. *Электрические поля в свободной атмосфере. Труды ГГО, вып. 35 (97), Из-во АН СССР, Л 1952. 6.* Спензак О.И. *Происхождение и поведение природных и техногенных возбужденных электронных состояний (ВЕЗ) атомов. // Международная конференция "Глубинное состояние литосферы и нетрадиционное использование недр Земли". – Киев, 1996г. С. 265-266. 7.* Чаповский Е.Г. *Инженерная геология. М., «Высшая школа». 1975, 296 с. 8. Грунтоведение. Под ред.* Е.М. Сергеева. *Изд. Москв. ун-та., 1971, 595 с. 9.* Бублясь В.Н., Шестопалов В.М. *Аномальные зоны и их роль в перераспределении радионуклидов из поверхности почв в подземные воды. Монография. Водообмен в гидрогеологических структурах и чернобыльская катастрофа. Ч. 1, Распространение чернобыльских радионуклидов в гидрогеологических структурах. Киев, 2001. С. 251-356 10.* Имянитов И.М. *Приборы и методы для изучения электричества атмосферы. М.- Л., ГТТИ, 1957, 483 с. 11.* Дзекунов Н.Е., Жернов И.Е., Файбишенко Б.А. *Термодинамические методы изучения водного режима зоны аэрации. М., Недра, 1987, 177 с. 12. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. // Водообмен в естественных условиях. Под ред. Шестопалова В.М., "Наук. думка". Киев., 1989, 285 с. 13.* Бабинец А.Е. Радько Н.И. *Особенности состава поровых растворов из осадочных пород различных геоструктурных районов УССР. // Материалы Всесоюз. конф. "Влияние поровых вод на физико-механические свойства пород". Киев: "Наук. думка". 1974. С. 7-16.*

Надійшла до редколегії 03.03.08.

УДК 550.424.4

В. Долін, д-р геол. наук, О. Пушкарьов, канд. геол.-мін. наук, О. Іщук, ст. наук. співроб., О. Дікарєв, мол. наук. співроб., Д. Стеценко, асп., В. Бобков, канд. хім. наук

ЗАКОНОМІРНОСТІ ПОШИРЕННЯ ТРИТІЄВОГО ЗАБРУДНЕННЯ У ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ ЗОНИ ВПЛИВУ СХОВИЩА РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ

Засобами ГІС розраховано параметри динаміки радіогідрогеохімічної аномалії тритію у верхньочетвертинному водоносному горизонті в зоні впливу Київського сховища радіоактивних відходів. Вихід геоінфільтраційного потоку підземних вод з концентрацією тритію вище допустимої в зону розгрузки може відбутися через 6 - 10 років. Аналіз міжнародного досвіду вивчення радіобіологічних властивостей тритію свідчить про необхідність нагального перегляду тритієвих нормативів в Україні.

Parameters of radiohydrogeochemical anomaly dynamics of Top-Quaternary waterproof horizon contamination with Tritium within zone of impact of Kyiv radioactive waste facility have been determined using GIS instruments. The front of highly contaminated underground water infiltration flux will reach discharge zone during nearest 6-10 years. Analysis of International experience in Tritium Radiobiology testifies to urgent need of revision of Ukrainian Tritium standards.

Вступ. Тритій є одним з найбільш поширених легких радіоактивних ізотопів. Природний тритій утворюється у верхніх шарах атмосфери під дією космічних променів у кількості $3{,}6\times10^{16}$ Бк×рік$^{-1}$ в кожній півкулі. Загальна кількість природного тритію в біосфері з урахуванням розпаду становить $1{,}3\times10^{18}$ Бк.

Основним джерелом техногенного тритію стали ядерні випробування у другій половині минулого століття. Протягом 1947-1979 рр. у біосферу надійшло близько $2{,}4\times10^{20}$ Бк ^{3}H, що майже в 200 разів перевищує вміст природного. Більша частина його з тих пір розпалася, проте близько 2×10^{19} Бк лишилося у навколишньому середовищі і головним чином розчинено в океані. Сучасні джерела техногенного тритію передусім визначаються розвитком ядерної енергетики; його викиди в навколишнє середовище відбуваються як в процесі штатної експлуатації реакторів, так і внаслідок переробки ядерного палива.

Складування та зберігання тритієвих відходів здійснюється у спеціально обладнаних приповерхневих сховищах. Наявність в Україні 5 АЕС і 5 регіональних сховищ радіоактивних відходів, які є потенційними джерелами тритієвого забруднення біосфери, визначають високу актуальність проблеми біогенної міграції тритію у трофічні ланцюги та надійної ізоляції тритієвих відходів. Запаси тритію у сховищах спецкомбінатів перевищують $1{,}5\times10^{16}$ Бк, основна частина яких зберігається на Київському і Харківському спецкомбінатах. Ці сховища, збудовані на початку 60-х років з проектним запасом міцності 30 років, на даний час частково втратили герметичність та в умовах обводнення з повано радіаційні аварії, що призвело до забруднення горизонту підземних вод до рівня 10^7 Бк×дм$^{-3}$.

© В. Долін, О. Пушкарьов, О. Іщук, О. Дикарєв, Д. Стеценко, В. Бобков, 2008