

УДК 504:550.34

Глух О.С., к.х.н., доц.; Драгуська М.В., студ.; Сичевська А.В., студ.

## СЕЙСМІЧНО ІНДУКОВАНІ ЗМІНИ ВМІСТУ СПОЛУК РТУТІ У ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ ЗАКАРПАТТЯ

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 88000, м. Ужгород, вул. Підгірна, 46  
e-mail: oleggluh@mail.ru

Землетруси завдають людству величезної шкоди. Статистика свідчить, що на Землі за рік відбувається близько 3 тис. землетрусів. Кількість жертв може сягати 15 тис., у тому числі і летальних випадків. У деяких куточках планети люди живуть у вічному страхі перед зловісними явищами природи. Наука прагне розгадати причини і механізми цього стихійного лиха, навчитися своєчасно передбачати його і, можливо, навіть запобігати. Фахівці різних країн в останні роки домоглися значних успіхів в області вивчення землетрусів. Є всі підстави сподіватися, що найближчим часом катастрофічні наслідки землетрусів можна буде значно зменшити.

Сейсмологам відомі різні геофізичні методи, які використовуються для прогнозування землетрусів. Проте усі вони, як правило, базуються на врахуванні зміни лише фізичних властивостей порід і не враховують фізико-хімічні процеси, що протікають в земній корі. Виникнення гідрогеохімічних аномалій перед землетрусами і приливними деформаціями пояснюється зміною режиму транспорту води між частинами масиву порід з різною проникністю і пружними властивостями [1].

Раніше було помічено, що на розломах земної кори ґрунтовий газ має підвищений вміст парів ртуті. Зокрема, підвищена концентрація ртуті була зареєстрована в районі Ташкента після землетрусу в квітні 1966 р. На цій підставі було висловлене припущення, що ртуть може служити передвісником землетрусів. Н.А. Озерова навіть ввела в науковий обіг термін «ртутне дихання Землі» [2].

Українські Карпати – сейсмічно активні гори. Сейсмічність Карпатського регіону визначається у землетрусах з вогнищами у Закарпатті, Карпатах,

Прикарпатті, а також на прилеглих територіях сусідніх країн: Польщі, Словаччини, Угорщини і Румунії. Найбільш сейсмоактивним є Закарпаття. На території західних областей України (за період з XVII століття до нашого часу) землетруси характеризуються в основному глибинами вогнищ ( $h$ ) 2-10 км і магнітудами ( $M$ )  $< 5.5$ . Внаслідок малої глибини ці землетруси викликають локальні коливання на поверхні ґрунту з інтенсивністю до 7-7.5 балів. Такі коливання відчуються на Закарпатті від глибших ( $h=35$  км) і більших за величиною ( $M=6.8$ ) землетрусів, вогнища яких розташовані в Румунії (Пішкольц) на відстані близько 60 км від кордону України [3]. Об'єктом дослідження стали підземні води поблизу Вишківського ртутного родовища (рудного поля), що знаходиться поблизу селища міського типу Вишкове Хустського району Закарпатської області.

Вишківське рудне поле, у межах якого зосереджені головні промислові родовища ртуті, розташоване в південно-східній частині Закарпатського внутрішнього прогину і приурочене до одного з піднятих блоків донеогенового фундаменту в зоні Припанонського глибинного розлому. Рудне поле має складну блокову будову [4].

Протягом березня 2013 року відібрано серію проб води із колодязя, що знаходиться на відстані 5 км від родовища. Проби води об'ємом не менше 300 см<sup>3</sup> відбирали в скляний посуд. У кожену відібрану пробу води додавали концентровану нітратну кислоту з розрахунку 1 см<sup>3</sup> на 300 см<sup>3</sup> води, доводячи рН проб води до значення  $\leq 1$ . Визначення вмісту сполук ртуті у воді засноване на відновленні ртуті, що міститься в розчині, під дією відновника (Станум (II) хлориду) до елементного стану, переведенні парів ртуті в газову фазу і подальшому

визначенні ртутної пари методом атомно-абсорбційної спектроскопії «холодної пари» [5].

У дні відбору проб здійснювали реєстрацію магнітуди сейсмічних поштовхів. Дані вимірювання проводились Нижньоселищенською радіофізичною лабораторією.

Експериментальні дані щодо магнітуди поштовхів у дні відбору проб, зафіксованих

на Нижньоселищенській геофізичній станції, та відповідні концентрації ртуті у представлені у таблиці. У таблиці наведено відносні одиниці магнітуди поштовхів, одержані під час розшифровки сейсмограм, оскільки у дні вимірювання інтенсивність поштовхів була незначною і за шкалою Ріхтера становила менше 1 бала.

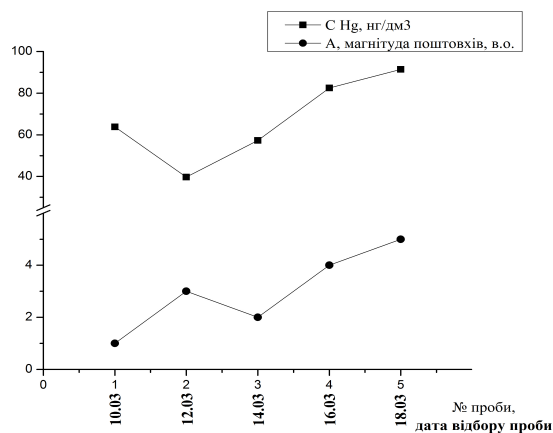
**Таблиця.** Результати показів ферозондового магнітометра LEMI-009 на геофізичній станції та атомно-абсорбційного визначення Hg у воді

№ проби	Час відбору проби	Магнітуда поштовхів		C (Hg), нг/дм <sup>3</sup>
		відносні одиниці	бали за шкалою Ріхтера	
1	10.03.2013 р.	2	< 1	63,8±6,6
2	12.03.2013 р.	1	< 1	39,7±4,7
3	14.03.2013 р.	3	< 1	57,3±6,3
4	16.03.2013 р.	4	< 1	82,5±7,1
5	18.03.2013 р.	5	< 1	91,4±6,9

На основі отриманих результатів побудовано графічну залежність концентрації вмісту ртуті у воді від магнітуди поштовхів (Рис.1). Як показало дослідження, із збільшенням магнітуди сейсмічних поштовхів, концентрація ртуті у воді зростає. Однак, така залежність характеризується певним запізненням у часі. Так, проба води, відібрана у день з меншою магнітудою поштовхів, ніж попередня, характеризується все ще високим вмістом ртуті. Таке явище можна пояснити «релаксаційним ефектом» вмісту ртуті, оскільки «порція» ртуті, що вийшла з мікротріщин твердих порід, не може зменшитись миттєво. Потрібен час, щоб ртуть чи її сполуки продифундували по всій товщі води, поглинулися живими організмами чи адсорбувались поверхнею мінералів.

Зниження концентрації розчинених сполук ртуті відбувається внаслідок вилучення їх багатьма морськими і прісноводними організмами, що мають здатність накопичувати її у концентраціях,

що у багато разів перевищують вміст її у воді, а також процесів адсорбції завислими речовинами і донними відкладеннями. Експериментально встановлено, що вихід ртуті з блоку гірської породи свідчить про початок першої фази процесу руйнування: утворення в об'ємі гірської породи мікротріщин – зародків майбутнього розриву.



**Рис. 1.** Залежність концентрації Ртуті у воді від магнітуди поштовхів.

Відомо, що ГДК сполук ртуті у водних об'єктах господарсько-питного і культурного водокористування, становить 0,0005 мг/л. Тобто, концентрація сполук ртуті навіть при максимальній магнітуді поштовхів у досліджуваній воді у вибраний період становить всього 0,18% від ГДК. Якщо ж врахувати той факт, що незначні сейсмічні поштовхи на території Закарпатської області, зокрема в районі Вишківського ртутного родовища відбуваються постійно, практично щодня, то, за умови відсутності факторів, що зменшують вміст сполук ртуті у воді, ГДК могла б бути досягнута всього за 2-3 місяці. Однак, цього не спостерігається, оскільки у підземних водах рівновага між розчинними та нерозчинними (адсорбованими) формами сполук ртуті зміщена в сторону останніх.

Проводячи постійний моніторинг підземних вод в районі Вишкова, можна прогнозувати сейсмічну активність, а також розвивати перспективну у наш час наукову

базу стосовно геохімічних передвісників землетрусів.

#### Список використаних джерел

1. Киссин И.Г. Актуальные вопросы гидрогеологических и геохимических исследований для прогноза землетрясений // Геохимия. – 1979. – № 3. – С. 338-344.
2. Озерова Н.А. О «ртутном дыхании Земли» // Дегазация Земли и геотектоника. – М.: Недра, 1980. – С. 273-274.
3. Дані Інституту геофізики НАН України ім. С.І. Субботіна. <http://wdc.org.ua/uk/node/192>
4. Максимчук В.Ю., Кузнецова В.Г., Вербицький Т.З. та ін. Дослідження сучасної геодинаміки Українських Карпат. – К., Наукова думка, 2005. – 254 с.
5. ГОСТ Р 51212-98 «Вода питьевая. Методы определения содержания общей ртути беспламенной атомно-абсорбционной спектрометрией» от 27.10.1998 г., № 385.

Стаття надійшла до редакції: 22.05.2013

## SEISMICALLY INDUCED CHANGES OF MERCURY COMPOUNDS CONTENT IN GROUNDWATERS OF TRANSCARPATIA

Glukh O.S., Drahuska M.V., Sychevska A.V.

The correlation between the concentration of mercury compounds in water, and the intensity of seismic tremors in the days of water sampling has been established. Also, the presence of mercury in the groundwater can be used as a predictive geochemical indicator of seismic activity, areas of tectonic activity of fault zones, hidden hydrothermal mineralization. It is proved that high concentrations of mercury are in the groundwater factor disease population.