

# ЕКОЛОГІЯ

УДК 556.314:550.4

**К.О. Безрук, аспірантка,**  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

## **РТУТЬ У ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ – ЯК ФАКТОР НЕІНФЕКЦІЙНОЇ ЗАХВОРЮВАНOSTІ НАСЕЛЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

Неінфекційні захворювання пов'язані з ртутним отруєнням організму, що супроводжуються послабленням організму, підвищенням різних видів захворюваності, скороченням тривалості життя. У забруднених водах відбуваються трансформації форм ртуті, з перетворення менш токсичних її форм у більш токсичні. порушується діяльність серцево-судинної, кровоносної, статевий, дихальної, нервової системи та ін. Ртуть має два шляхи надходження у підземні води – природні та антропогенні.

**Ключові слова:** ртуть, підземні води, захворювання, здоров'я населення.

**К.А. Безрук. РТУТЬ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ – КАК ФАКТОР НЕИНФЕКЦИОННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ).** Неинфекционные заболевания связанные с ртутным отравлением организма, сопровождаются ослаблением организма, повышением заболеваемости, сокращением продолжительности жизни. В загрязненных водах происходят трансформации форм ртути, из менее токсичных ее форм в более токсичные. Нарушается деятельность сердечно-сосудистой, кровеносной, половой, дыхательной, нервной системы и др. Ртуть имеет два пути попадания в подземные воды – естественные и антропогенные.

**Ключевые слова:** ртуть, подземные воды, заболевания, здоровье населения.

**К.О. Bezruk. MERCURY IN GROUNDWATER - AS A FACTOR NONINFECTIOUS INCIDENCE (FOR EXAMPLE DONETSK REGION).** Infectious diseases connected with a mercury poisoning of an organism are accompanied by an indulgence of an organism, increase of different kinds of disease, reduction of life expectancy. In the polluted waters there are transformations of forms of mercury, there is a transformation of its less toxic forms to more toxic. Activity of cardiovascular, blood, sexual, respiratory, nervous system is broken. Mercury has two ways of hit to underground waters – natural and anthropogenesis.

**Keywords:** mercury, underground water, diseases, public health.

### **Постанова проблеми.**

Ртуть – хімічний елемент, що за рівнем своєї токсичності належить до І класу небезпеки. Тому вплив її на організм людини має дуже серйозні наслідки. Проникаючи до людського організму через воду, ртуть призводить до гострих та хронічних ртутних захворювань, а найбільш важкі випадки ртутних інтоксикацій призводять до смерті.

У підземних водах ртуть утворює як правило невеликі за розмірами, іноді досить контрастні ореоли розсіювання, що формуються за рахунок як природних факторів, так і внаслідок антропогенного забруднення. Не зважаючи на те, що основне збагачення ртуттю відбувається за рахунок природних джерел, на формування гідрогеохімічних аномалій елементу в таких промислових регіонах як Донеччина, все більший вплив мають процеси урбанізації, індустріалізації промисловості та хімізації сільського господарства. Це призводить до інтенсивного накопичення ртуті і у водоносних горизонтах

та комплексах зони вільного водообміну. Іноді ртутне забруднення підземних вод сягає такого рівня, що вміст елемента у десятки разів перевищує гранично допустимі концентрації – ГДК (під якими звичайно розуміють максимальні кількості речовин в одиниці об'єму або маси води, які є відносно безпечними для людини навіть при довготривалому вживанні).

Вплив ртуті та її сполук на організм викликає загальне отруєння людини, що носить назву меркуриалізм. Прояви його залежать від особливостей організму та стану нервової системи [7].

Про вплив ртуті в підземних водах на організм людини йдеться в роботах В.М. Гольдберга, К.Є. Пітьєвої, Є.В. Піннекера, В.Г. Суярка, С.Р. Крайнова, П.П. Швеця, Г.А. Голєвої, С.Л. Шварцева та інших дослідників. Проте цілеспрямованих еколого-гідрогеохімічних досліджень у цьому напрямку проведено не було. На основі великого фактичного матеріалу, зібраного в ме-

жах північно-західних околиць Донбасу ми і спробували визначити цей вплив.

#### **Аналітична техніка та фактичний матеріал.**

В основу досліджень покладено близько 2000 результатів аналізів проб води, відібраних в основному в зоні гіпергенезу, що відповідає зоні вільного водообміну. Проби відбиралися на протязі декількох десятиріч в процесі як загальних гідрогеологічних, так і спеціальних гідрогеохімічних досліджень зі свердловин, джерел та колодязів. Мінералізація, хімічний склад, рН та Eh підземних вод в різних місцях пробовідбору коливалися в залежності від геологічних, гідрогеологічних та геохімічних умов. Все це враховувалося в процесі визначення концентрацій ртуті у воді. Обстежувались водоносні горизонти і комплекси четвертинного, мезозойського та палеозойського віку, які залягають до 300 м від земної поверхні. Ртуть у гідрогеохімічних пробах визначалася різними лабораторними методами: дітизоновим, коліметричним (чутливість від  $n \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup> до  $n \cdot 10^{-5}$  мг/дм<sup>3</sup>) та маспектрометричним (чутливість до  $n \cdot 10^{-7}$  мг/дм<sup>3</sup>). Попри те, що цими методами, мабуть, визначалися різні форми ртуті [2], вони цілком задовільно ілюструють ртутне забруднення підземних вод.

Основними задачами досліджень було вивчення особливостей геохімії підземних вод, міграції в них ртуті і різних її сполук, встановлення як природних так і антропогенних джерел надходження ртуті у підземні води, вивчення факторів і процесів забруднення підземних вод та кореляційний зв'язок цього забруднення з неінфекційною захворюваністю населення Донецької області. Результатом робіт стало еколого-гідрогеохімічне районування Донеччини, а також прогнозування розповсюдження та наслідків ртутного забруднення підземних вод для її населення.

Еколого-гідрогеохімічне дослідження проводилося на основі існуючих методик [3,4].

#### **Обробка результатів.**

За даними результатів аналізів підземних вод на ртуть було складено карту гранично допустимих концентрацій ртуті у підземних водах регіону, на якій виділено гід-

рогеохімічні аномалії ртуті, ділянки найбільшого ртутного забруднення підземних вод зони гіпергенезу та показано деякі райони підвищеної неінфекційної захворюваності, що вірогідно пов'язана з присутністю високих концентрацій елемента у воді.

Найконтрастніші аномалії ртуті спостерігаються: а) у зонах регіональних глибинних розломів, що контролюють антиклінальні структури зі ртутною мінералізацією та б) у густо населених промислових районах з потужною металургійною, хімічною, гірничою та іншими видами промисловості (промислові вузли та зони). Так, аномалії ртуті з високими концентраціями елемента виявлено в районі Слов'янського (0,01-0,02 мг/дм<sup>3</sup>), Дружківсько-Костянтинівського (концентрації від 0,02 до 0,05 мг/дм<sup>3</sup>) рудних полів, Микитівського ртутного родовища (до 0,05 мг/дм<sup>3</sup>). Висококонтрастні ореоли ртуті встановлені у водах поблизу Вісьового (0,02-0,04 мг/дм<sup>3</sup>) та Дружківсько-Костянтинівського (0,01-0,05 мг/дм<sup>3</sup>) насувів, а також у зоні Мушкетівсько-Персіанівського (близько 0,02 мг/дм<sup>3</sup>), Мар'ївського (0,01-0,03 мг/дм<sup>3</sup>) та Центрального (0,01-0,05 мг/дм<sup>3</sup>) розломів. Контрастні аномалії елемента зафіксовано на антиклінальних структурах; Дронівська (0,004 мг/дм<sup>3</sup>), Торсько-Дробишевська (0,006 мг/дм<sup>3</sup>), Краснооскольська (близько 0,004 мг/дм<sup>3</sup>), Берекська (близько 0,008 мг/дм<sup>3</sup>), Корульська (0,006 мг/дм<sup>3</sup>), Бантишевська (0,03 мг/дм<sup>3</sup>). Менші за площею та концентрацією гідрогеохімічні ореоли ртуті спостерігаються поблизу Ізюму (близько 0,002 мг/дм<sup>3</sup>), Краматорська (0,02 мг/дм<sup>3</sup>), Червоного Лиману (близько 0,005 мг/дм<sup>3</sup>), та інші.

Слід зазначити, що міграція ртуті у забруднених водах в межах «промислових вузлів» може мати нетипові ознаки. Це пов'язано з набуттям хімічними елементами, і в тому числі ртуттю, нових біохімічних властивостей. Зокрема у забруднених водах можуть відбуватися трансформації міграційних форм елемента з перетворенням менш токсичних у більш токсичні. Одним з прикладів таких перетворень є процеси метилювання. Ртуть з метиловим радикалом  $\text{CH}_3^-$  утворює сполуку  $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}^-$  [5], яка відрізняється інтенсивним накопиченням в живому організмі.

Яким же чином ртуть так згубно впливає на людський організм? При надходженні в організм ртуть розподіляється як у різних органах так і у субклітинних структурах. Ртутні сполуки проникають у різні органи та тканини, але найчастіше їх виявляють у нирках, печінці, кістному та головному мозку. У клітинах людського організму спостерігається дещо нерівномірний розподіл ртуті: 54% - накопичується в розчинній фракції, 30% - в ядрах клітин, 11% - мітохондріальній і 6% – в мікросомальній фракціях.

У інтоксикованих ртуттю людей підвищується втомлюваність, виникає постійна сонливість, загальна слабкість, головні болі, запаморочення, апатія, а також емоційна нестійкість – непевність у собі, сором'язливість, загальна пригніченість, дратівливість. До того ж спостерігаються ослаблення пам'яті та самоконтролю, зниження уваги і розумових здібностей. Поступово розвивається тремтіння тіла, яке може підсилюватись при хвилюванні (ртутний тремор). Спочатку з'являється тремтіння пальців рук, потім ніг і всього тіла (губи, віки), погіршення нюху, шкірної чутливості, смаку. Підсилюється пітливість, збільшується щитовидна залоза, виникають порушення

ритму серцевої діяльності, зниження кров'яного тиску.

У водорозчинній формі ртуть найбільш згубно впливає на людський організм. Це обумовлюється тим, що у такому вигляді вона найкраще засвоюється [1]. Дія її на людський організм наведена у таблиці 1.

Внаслідок біохімічної дії ртуті у крові різко зменшується кількість еритроцитів, а у печінці і нирках виникають незворотні зміни. Відбувається утворення пухлин, порушення серцево-судинної, дихальної, нервової системи та ін. (табл. 1.)

Серед сполук ртуті її металоорганічні комплекси, що негативно впливають на центральну нервову систему, мають найсуттєвіше значення. В механізмі токсичної дії ртуті провідна роль належить процесам її взаємодії з сульфідгидрильними групами, які обумовлюють активність багатьох ферментів, що приймають участь у білковому, вуглеводневому та жировому обміні [6]. При чому ртуть, попадаючи у організм, майже не виводиться з нього. Більш того, спостерігається тенденція до внутрішньоутробної передачі цього елемента від матері до дитини. Так діти, що були народжені від матерів отруєних рибою з заливу Мінімата (Японія), ще у до пологовий період були заражені метилртуттю ( $\text{CH}_3\text{Hg}$ ) [1].

Таблиця 1

Дія ртуті на організм людини (за В. Суярком, 1997 р.)

Система органів	Захворювання
1	2
Центральна нервова система	Незворотні порушення мозкової діяльності, параліч, порушення реакцій поведінки, зменшення чутливості
Периферична нервова система	Порушення рефлекторної діяльності, невропатія, порушення координації руху
Система виділення	Біохімічні порушення, ниркова недостатність, протеїнурія, канальцева дістрофія
Печінка	Функціональні зміни, гепатит
Кровоносна система	Розпад та старіння еритроцитів, лейкози, анемія
Респіраторний тракт та носоглотка	Дисплазія епітелію, емфізема легень алергія
Кістяк	Остеомієліт, остеосклероз, випадіння волосся, карієс, флюороз, стоматит
Статева система	Порушення сексуальних функцій
Ембріотоксичність	Деформація кістяка новонароджених, каліцтва
Трансформація клітин	Розвиток злоякісних пухлин
Генна система	Мутація генів, саркома, патологічні зміни
Серцево-судинна система	Міокардит, серцева недостатність, інфаркт міокарда

Забруднення ртуттю підземних вод може мати як локальний так і регіональний характер. Локальне забруднення часто викликане конкретними джерелами – промисловими підприємствами, очисними спорудами, складами сільськогосподарських добрив. Для Донецчини, що є ртутною металогенічною провінцією, найважливішим джерелом надходження ртуті у підземні води є

родовища кіновар ( $\text{HgS}$ ), яка широко розповсюджена у зонах гідротермальної мінералізації. Серед потужних техногенних забруднювачів ртуттю – коксохімічні, металургійні, хімічні заводи, теплоелектростанції та інші. Взагалі, ртуть є одним з основних забруднюючих компонентів відходів різних галузей промисловості Донбасу (табл. 2.).

Таблиця 2

**Види промисловості – джерела забруднення ртуттю підземних вод**  
(за В. Суярком, 1997)

Галузі промисловості	Аномальні фізичні властивості, мікрокомпоненти
1	2
<b>Хімічна</b>	Електропровідність, окисляємість, колір, мутність, запах, жорсткість, агресивність $\Sigma\text{M}$ , $\text{SO}_4$ , $\text{Cl}$ , $\text{HCO}_3$ , $\text{Na}$ , $\text{K}$ , $\text{Ca}$ , $\text{Hg}$ та ін
Нафтопереробна	Нафтопродукти, феноли $\text{SO}_4$ , $\text{Hg}$
Нафтовидобувна	$\text{SO}_4$ вуглеводні, $\text{Hg}$
Металургія заліза	$\text{SO}_4$ , $\text{Cl}$ , $\text{HCO}_3$ , $\text{CO}_3$ , $\text{Na}$ , $\text{Ca}$ , $\text{Mg}$ , $\text{Hg}$
Металургія кольорових металів	$\text{Hg}$
Целюлозно-паперова	Кислоти, альдегіди, $\text{Hg}$ , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{SO}_4$
<b>Вугільна</b>	Підвищення кислотності, мінералізації, $\text{SO}_4$ , $\text{Cl}$ , $\text{Na}$ , $\text{K}$ , $\text{Mg}$ , $\text{Hg}$ , сполуки азоту

Сільськогосподарське забруднення, що має, як правило, регіональний характер також є джерелом ртутного забруднення підземних вод. Добрива, хімікати для охорони рослин, гній – всі ці речовини вміщують різні концентрації ртуті, що легко переходить у водорозчинний стан.

Людина, як ланка у природній екосистемі, еволюційно пов'язана з геохімічними особливостями навколишнього середовища, тому у її організмі знаходиться цілий набір життєво необхідних хімічних елементів, серед яких є і ртуть. Однак всі хімічні елементи потрібні людині лише у дуже малих кількостях, які визначаються особливостями її біологічного розвитку. У випадку коли надходження в організм тих або інших хімічних елементів і сполук перевищує необхідні норми відбувається порушення функцій різних органів.

Як правило, максимальні рівні неінфекційного захворювання населення Донецчини спостерігається у промислових районах (табл. 3).

### Висновки.

1. Через інтенсивне забруднення підземних вод значно погіршуються умови існування людини. Ознаками цього є послаблення організму, підвищення неінфекційної захворюваності, скорочення тривалості життя.

2. Джерела ртуті у підземних водах Донбасу поділяються на природні та антропогенні. Перші пов'язані з зонами глибинних розломів (по яких вона надходить до земної поверхні як у різного роду флюїдах) та ртутною гідротермальною мінералізацією у породах (з яких ртуть вилугується підземними водами). Другі – з промисловою та життєвою діяльністю людини.

3. У забруднених водах відбуваються трансформації форм ртуті, з перетворення менш токсичних її форм у більш токсичні. Ртуть з метиловим радикалом  $\text{CH}_3^-$  утворює сполуку  $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$  – метилртуть, яка відрізняється найінтенсивнішим накопиченням в живому організмі. Це призводить до підвищеної втомлюваності, сонливості, головного болю, послаблення пам'яті, зниження уваги і розумових здібностей, погіршення нюху.

Окрім того у людей підсилюється пітливість, збільшується щитовидна залоза, виникають порушення ритму серцевої діяльності, знижується кров'яний тиск, а у крові різко зменшується кількість еритроцитів, відбувається порушення серцево-судинної

дихальної нервової системи та інше. Внаслідок забруднення ртуттю підземних вод на Донеччині (і у інших регіонах України) спостерігаються аномалії неінфекційної захворюваності.

Таблиця 3

**Розподіл неінфекційного ртутного захворювання по деяких містах Донеччини**  
(за В. Суярком, 1997)

Міста	Хвороби				
	Дитячі	Органів травлення	Органів дихання	Органів кровообертання	Онкологічні
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Артемівськ	*	**	**	*	*
Горлівка	*	*			*
Дебальцеве		**	*	*	
Держинськ		*		**	**
Добропілля	*				
Донецьк	*	**	*	*	
Дружківка		*	*	**	**
Костянтинівна	*	*		*	*
Краматорськ	*	**	**	**	*
Червоноармійськ	*			*	*
Червоний Лиман					
Макіївка	*	*	*	*	*
Селідово	**	**	**	**	
Слов'янськ	**	*		**	

Примітки \* – рівень захворювань близький до норми

\*\* – високий рівень захворювань

### Література

1. Суярко В.Г. Экология подземной гидросферы Донбасса К.: "Знання", 1997 – 69с.
2. Суярко В.Г. Влияние миграционных свойств ртути на определение ее в водных ореолах рассеяния атомно-адсорбционным и дитизоновым методами // Опыт и методика изучения форм нахождения элементов в рудах и их геохимических ореолов. – Тбилиси, 1986 – 53 с.
3. Гроздова О.И. Картографирование и региональные прогнозы техногенных изменений подземной гидросферы. – М.: ВИЭМС, 1987. – 64 С.
4. Методические рекомендации по применению метода поисков скрытого оруденения в Донбассе и Днепровско Донецкой впадине / Суярко В.Г. Симферополь: Изд-во ИМРМГ УССР, 1985. – 92 С.
5. Крайнов С.Р. Швец В.М. Гидрогеохимия – М.: Недра, 1992. – 463с.
6. Сутурин А.Н. Геохимия антропогенеза: проблемные вопросы // Геохимия техногенеза. – Новосибирск, 1986. С9-39.
7. Панов Б.С., Шевченко О.А., Дудик А.М., Дудик С.А., Селяков С.Ю. Сучасні екологічні проблеми Донецького басейну // Геофізичний журнал. -2003, №3.-с.46-60

© Безрук К.О.