**УДК: 628.16.065.2(045)**

**© Т.І. Дмитруха**, канд. техн. наук

Національний авіаційний університет, м. Київ

# ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ РТУТТЮ – НАЙГОСТРІША ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА СУЧАСНОСТІ

*Розглядаються техногенні джерела забруднення ртуттю навколишнього середовища, небезпека ртуті для людини, сучасний екологічний стан довкілля відносно забрудненості ртуттю та шляхи зменшення ртутних забруднень довкілля.*

**Ключові слова**: **ртутні забруднення, токсичність, моніторинг, ризик.**

## Вступ

Незважаючи на те, що ртуть є одним з найбільш небезпечних токсикантів і відноситься до 1 класу небезпеки, вона продовжує широко застосовуватись у різноманітних галузях промисловості, в різних виробах і технологіях. Зумовлено це цілою низкою унікальних позитивних фізико-хімічних властивостей ртуті і ртутних матеріалів. Завдяки цим властивостям вона до цього часу продовжує необґрунтовано широко застосовуватися навіть тоді, коли без особливих додаткових труднощів поставлені завдання можуть ефективно вирішуватися і без її використання [1 ].

Тому накопичення ртутних забруднень у довкіллі є однією з найгостріших екологічних і технічних проблем сучасності, яка потребує невідкладного і швидкого розв'язання.

## Постановка завдання

Завданням даної роботи є аналіз сучасного екологічного стану довкілля відносно забрудненості ртуттю та пошук шляхів стосовно зменшення ртутних забруднень довкілля.

## Виклад основного матеріалу дослідження

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я [2] ртуть є одним з найбільш розповсюджених та небезпечних токсикантів навколишнього середовища і відноситься до першого класу надзвичайно отруйних речовин. В навколишньому середовищі ртуть може знаходитись у 3 формах: пари елементарної ртуті, неорганічних сполук ртуті та органічних сполук (метилртуть, етилртуть та пропилртуть) [3].

Ртуть відрізняється надзвичайно широким спектром впливу та різноманітними проявами токсичної дії залежно від властивостей речовин, у вигляді яких вона потрапляє до організму (пара металевої ртуті, органічні або неорганічні похідні ртуті [4, 5, 6].

Залежно від хімічного стану ртуті, можливий різний вплив на організм людини. Так, металева ртуть є токсично індиферентною [2].

Аналізуючи неорганічні сполуки ртуті, потрібно відмітити металеву ртуть, як найбільш небезпечну для живих організмів, оскільки саме вона має здатність утворювати пару і розчинені солі ртуті [7].

Солі ртуті в організмі людини з'єднуються в сполуки з білком, солями крові та тканин і утворюють складні комплекси – ртутні альбумінати. Ртутні альбумінати проникають в капілярні судини і, розкладаючись, призводять до місцевого отруєння [8].

Органічні сполуки ртуті більш токсичні, ніж металева ртуть та її неорганічні похідні, оскільки мають здатність проникати через біологічні бар'єри [8].

Особливо небезпечною для людини є пара ртуті, оскільки вона не має ні кольору, ні запаху і може бути виявлена лише за допомогою спеціальних приладів. Особливістю пари ртуті є також те, що вона досить важка і погано розсіюється, проте відносно легко переноситься повітряними потоками на досить великі відстані. Ртутні потоки можуть поширюватися на декілька поверхів різних будівель і виявлятися в самих несподіваних місцях, створюючи неабияку небезпеку для людей [9].

Як було відзначено вище, небезпека ртутного отруєння посилюється тим, що органи чуття людини не в змозі зареєструвати наявність пари ртуті в повітрі. Саме цей фактор є причиною виникнення хронічної інтоксикації та мікромеркуріалізму у людей, які довго знаходяться у забруднених ртуттю виробничих будівлях та приміщеннях.

Незважаючи на те, що ртуть відноситься до першого класу небезпеки і є надзвичайно небезпечною для всіх живих організмів, вона продовжує дуже широко застосовуватись в народному господарстві.

За прогнозами американських вчених Дж. В. Мур, С. Рамамурті викиди ртуті в атмосферу подвояться за період 1975–2025 рр., оскільки цей небезпечний метал продовжує дуже широко застосовуватись у різноманітних галузях народного господарства [10]. Так, наприклад, в електротехнічній промисловості її використовують для виробництва різноманітних ламп, реле, сухих батарей, перемикачів, у мікро- та оптоелектроніці, у ртутно-кварцевих лампах, при виробництві ЛЛ. Останнім часом в освітлювальній техніці ртуті застосовують особливо багато у зв'язку з надто широким розповсюдженням ЛЛ.

У радіотехнічній промисловості та приладобудуванні ртуть потрібна для виробництва приладів (термометрів, барометрів, манометрів, полярографів, електрометрів), радіо- та телеапаратури.

В останні роки небезпечна ситуація щодо ртуті ускладнюється не тільки у зв'язку із широким її застосуванням у народному господарстві, але і з потраплянням у довкілля цього небезпечного металу із техногенних джерел.

Серед техногенних джерел забруднення ртуттю навколишнього середовища одними з найважливіших є райони видобутку та виробництва первинної ртуті. Важливим джерелом забруднення ртуттю навколишнього середовища є підприємства кольорової металургії. При цьому значні кількості ртуті акумульовані в твердих відходах підприємств, у водостоках,

дуже забруднене атмосферне повітря. Значне забруднення навколишнього середовища ртуттю пов'язано з діяльністю підприємств хімічної промисловості, машинобудування, металообробки. Потужним промисловим джерелом надходження ртуті у довкілля є енергетика і у першу чергу теплові електростанції, оскільки вони потребують спалювання великої кількості різного палива (мазуту, торфу, рідкого палива, газу та інших нафтопродуктів) і в тому числі вугілля, споживання якого надалі буде постійно зростати через швидке зменшення запасів нафти та газу.

Основними забруднювачами довкілля ртуттю є різні підприємства вугільної промисловості, а також побутове спалювання вугілля. У шламах коксохімічних підприємств кількість ртуті сягає 1,12–1,18 мг/кг, а в золі та шлаках теплових електростанцій – від 0,17 до 1,55 мг/кг. Середній же рівень ртуті в повітрі Донецька перевищує фоновий рівень у 16,5–20 разів. Ртуть була виявлена і при дослідженні золи та шлаків теплових електростанцій, що працюють на Донецькому вугіллі, відповідно від 0,17 до 1,55 мг/кг та 1,12–1,18 мг/кг [11]. В роботі [12] показано, що електростанція потужністю 1300 МВт, яка працює на вугіллі, викидає в атмосферу 3,5 кг ртуті щодоби у вигляді пари та 0,3 кг ртуті щодоби у вигляді аерозолю. При спалюванні вугілля 90% ртуті, яка в ньому знаходиться викидається з димовими газами і лише 10% залишається в золі. Підраховано, що за рахунок спалювання вугілля тільки в США в атмосферу потрапляє приблизно 300 т ртуті на рік.

Суттєву забрудненість ртуттю довкілля мають рідкі палива та природні гази багатьох родовищ. Наприклад, очистка і спалювання нафти та природного газу забезпечують потрапляння в атмосферу близько 400 т ртуті на рік. Природні ж гази мають у своєму складі ртуть у кількості 0,0005 мг/100 л.

Значна кількість ртуті потрапляє у довкілля із ртутних приладів, які відпрацювали свій термін експлуатації. Так, у США, наприклад, таким чином кожен рік у навколишнє середовище потрапляє близько 50 т ртуті [13], а в Росії на початку 1990-х років на смітник щорічно викидалося біля 800 млн гальванічних елементів із вмістом ртуті (близько 50 т). Загальна кількість термометрів, у тому числі на руках у населення, перебільшує сотні мільйонів штук. Природне ж розсіювання ртуті відбувається надзвичайно повільно, і навіть через 10 років у приміщенні може спостерігатись підвищений рівень вмісту пари ртуті.

Постійна наявність і високий склад ртуті у містах і в різних видах відходів дуже часто пов'язані з використанням ЛЛ.

Розрахунки показують, що, наприклад в Росії, щорічно псується біля 72 млн ртутних ламп, 95% з яких складають «стандартні» трубчасті ЛЛ. В цих лампах знаходиться біля 4 т ртуті. Із вказаної кількості виробів щорічно переробляється не більше 40%, що зумовлено, в першу чергу, відсутністю в багатьох регіонах та містах ефективної системи прийому відпрацьованих ЛЛ та відсутністю необхідних технологій для їх утилізації.

Практично в будь-якому місті в середньому не менше 20% будівель шкільних і дошкільних установ характеризуються наявністю локальних джерел забруднення внутрішнього повітря ртуттю. У великих промислових містах ртутне забруднення виявляється в 30–35% шкіл і в 25–30% дитячих садків [14].

**Розв'язання поставленого завдання**

На даний час, як відомо, дослідження ртутних забруднень довкілля проводяться за різними методами, а визначення показників забруднення часто виконуються за застарілими методиками, що не відповідають сучасним вимогам. Відсутність досконалої техніки для дослідження рівнів забруднень знижує якість і достовірність отриманих результатів досліджень, відсутні єдині методологічні підходи щодо вирішення ртутної проблеми. У зв'язку з цим виникає необхідність започаткування системного підходу щодо питань ртутної небезпеки, а також технічного переоснащення і методичного забезпечення закладів для мінімізації ртутного забруднення довкілля.

Оскільки проблема, що пов'язана із ртутним забрудненням є глобальною, то для її розв'язання потрібні впроваджені заходи і конкретні дії як на місцевому, так і на державному рівнях. Перший крок до розв'язання проблеми на місцевому рівні – широка просвіта громадськості. Дуже важливо розробити інформаційну політику в ЗМІ для того, щоб населення знало про ртутну небезпеку і вміло її попереджувати. У ЗМІ для населення України повинна бути інформація, що металева ртуть та її сполуки, а також прилади з ртутним наповненням та інші ртутні матеріали при неправильному поводженні є джерелом підвищеної небезпеки у зв'язку з можливістю гострих та хронічних отруєнь парою ртуті, а також ртутного забруднення приміщень, територій, повітря, ґрунту та води. Вони також повинні знати, що ртуть та ртутні матеріали відносяться до речовин першого класу небезпеки, а деякі сполуки ртуті (сулема, ціаніста ртуть) – до сильнодіючих отруйних речовин. Обов'язково повинна бути інформація про те, що категорично забороняється зберігання приладів з ртутним наповненням на відкритій місцевості, поблизу житлових будівель, загальних та навчальних закладів, а також на міських сміттєзвалищах. Не можна зберігати металеву ртуть, пошкоджені прилади зі вмістом ртуті та відпрацьовані ртутні лампи в житлових приміщеннях та в будівлях загального призначення.

Якщо у приладів, що мають у своєму складі ртуть, закінчився термін експлуатації, категорично забороняється викидати їх в сміттєві контейнери, зливати в каналізацію, закопувати в землю, спалювати. При пошкодженні ж герметичності ртутних приладів (медичні термометри, ртутні лампи тощо) потрібно негайно повідомити адміністрацію закладу, а також вжити заходи щодо ліквідації ртутних забруднень.

Необхідно активно впроваджувати навчальні заходи з питань поводження зі ртуттю, створити умови, що сприятимуть забезпеченню повного збирання, перевезення й утилізації ртутних відходів. Для вивчення масштабів та інтенсивності ртутного забруднення повинні залучатись підприємства і заклади, на територіях яких зосереджені прилади з ртутним наповненням. Для попередження можливих аварійних ситуацій та для зниження небезпеки ртутних забруднень у об'єктів соціальної сфери та у населення потрібно збирати прилади із ртутним наповненням, які є непридатними для використання.

Для вирішення ж проблеми забруднення ртуттю навколишнього середовища, а особливо внутрішніх приміщень на державному рівні потрібний комплексний підхід у різноманітних напрямках. Зокрема, конче потрібно вдосконалити нормативно-правову базу. Держава

повинна створити належний правовий механізм, який стимулював би розвиток безпечних технологій зберігання, транспортування та утилізації приладів з ртутним наповненням, а також впровадити належний контроль за їх виконанням. Обов'язково потрібно створити екологічне картографування для виявлення масштабів забруднення взагалі та для визначення діючих потенційно небезпечних джерел потрапляння ртуті у довкілля зокрема. У вирішенні ртутної проблеми нашій державі не обійтись без створення спеціальних підрозділів і лабораторій, які б мали сучасну апаратуру, методичну базу, сучасну систему ліквідації аварійних ситуацій, а також володіли безпечними способами утилізації ртутних відходів.

Керівники підприємств, організацій та закладів всіх форм власності, які в процесі своєї роботи використовують прилади та обладнання, що містять в своєму складі ртуть, а також ртутні лампи, повинні забезпечити облік, зберігання та транспортування приладів з ртутним наповненням згідно з вимогами ГОСТ 25834 «Лампи електричні, маркування, пакування, транспортування та зберігання», ГОСТ 12.3.031-83 «Робота зі ртуттю. Вимоги безпеки», ГОСТ 21575 «Ящики з гофрувального картону для люмінесцентних ламп» та згідно із Санітарними правилами при роботі із ртуттю та її сполуками від 04.04.88. Тимчасове зберігання та транспортування виробів із ртутним наповненням, що вже відпрацювали свій термін експлуатації, повинно здійснюватися в герметичних ємностях, а також тимчасово зберігатися у конкретної відповідальної людини. В разі порушення вимог безпечного поводження з приладами, які мають у своєму складі ртуть, повинна бути відповідальність згідно з діючим законодавством [15].

Оскільки, як було сказано вище, попередження ртутної небезпеки довкілля є проблемою глобальною, то для ефективного її вирішення та подолання потрібна підтримка і на національному рівні. Зокрема, для розробки ефективних і дієвих засобів попередження ртутної небезпеки у світі потрібно:

- оцінити ризик здоров'ю населення у зв'язку із ртутним забрудненням довкілля;
- впровадити ефективний моніторинг;
- розробити і провести діагностичні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні заходи, які б були б направлені на мінімізацію ртутної небезпеки;
- скласти карти, зведення аналітичних даних та рекомендацій, які б стосувалися ситуації, що склалася із ртуттю.

**Висновки**

1. Висока токсичність ртуті, наявність великої кількості природних та техногенних джерел забруднення ртуттю навколишнього середовища, неможливість повного переходу на безртутні технології, широкий спектр об'єктів, які вже забруднені ртуттю, дають підстави стверджувати, що проблема ртутної безпеки є однією з найпріоритетніших екологічних, медичних та соціальних проблем сучасності.

2. Наведені пропозиції та заходи і розроблені науково-методичні вказівки, які дають можливість поліпшити екологічну підготовку і підвищити екологічну культуру спеціалістів і всіх категорій населення з питань запобігання існуючій для них дуже серйозній ртутній небезпеці.

**Список використаної літератури**

1. Гигиенические критерии состояния окружающей среды // Ртуть: экологические аспекты применения. – М.: Медицина, 1992. – Вып. 6. – 130 с.

2. Гигиенические аспекты загрязнения окружающей среды ртутью / К.А. Буштуева, Л.Е. Беспалько, А.А. Гасилина [и др.] // Металлы. Гигиенические аспекты оценки и загрязнения окружающей среды. – М.: НИИГТиПЗ, 1983. – С. 109–118.

3. Трахтенберг И.М. Тяжелые металлы во внешней среде / И.М. Трахтенберг, В.С. Колесников, В.П. Луковенко. – Минск: Навука і техніка, 1994. – 288 с.

4.Гигиенические критерии состояния окружающей среды // Метилртуть. –М.: Медицина, 1993. – Вып. 101. – 125 с.

5. Гигиенические критерии состояния окружающей среды // Неорганическая ртуть. – М.: Медицина, 1994. – Вып. 118. – 144 с.

6. Критерии санитарно-гигиенического состояния окружающей среды // Ртуть. – М.: Медицина, 1979. – Вып. 1. – 149 с.

7. Трахтенберг И. М. Новые данные о токсичности неорганических соединений ртути и определяющих ее факторах / И.М. Трахтенберг // Гигиена труда и проф. заболевания. – 1981. – № 7. – С. 27–30.

8. Sheppard S.C. Ingested soil: Bioavailability of sorbed lead, cadmium, cesium, iodine and mercury / S.C. Sheppard, W.G. Evenden // J. Environ. Qual. – 1995. – Vol. 24, № 3. – P. 498–505.

9. Трахтенберг И.М. Тяжелые металлы как потенциально токсичные химические вещества и загрязнители производственной и окружающей среды / И.М. Трахтенберг, В.П. Луковенко. – К.: Знание, 1990. – 19 с.

10. Risk to Health and the Environment Related to the Use of Mercury products. – London, 2002. – 119 p. (Final Report, prepared for the European Commission, DG Enterprise by Risk and Policy Analysts Limited).

11. Шпирт М.Я. Превращение ртути и ее соединений при переработке углей / М.Я. Шпирт // Химия твердого топлива. – 2005. – № 5. – С. 73–86.

12. Aucott M. Release of mercury from broken fluorescent buibs / M. Aucott , M. McLinden., M. Winka // J. Air and Waste Manag. Assoc. – 2003. – № 2. – P. 143–151.

13. Adriano D.C. Metals in the Terrestrial Environment / D.C. Adriano // Springer. Verlag. – Berlin, 1984.

14. Лосев К.С. Экологические проблемы России и сопредельных территорий / К.С. Лосев, М.Д. Ананичева. – М.: Ноосфера, 2000. – 280 с.

15. Эколого-геохимические проблемы ртути: сб. научн. статей. – М.: ИМГРЭ, 2000. – 179 с.

*Стаття надійшла до редакції 06.02.14 українською мовою*

**© Т.И. Дмитруха**

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РТУТЬЮ – ОСТРЕЙШАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОСТИ**

*Рассматриваются техногенные источники загрязнения ртутью окружающей среды, опасность ртути для человека, экологическое состояние окружающей среды относительно загрязненности ртутью и способы уменьшения ртутных загрязнений окружающей среды.*

**© T.I. Dmytrukha**

**ENVIRONMENTAL POLLUTION BY MERCURY – THE MOST CRITICAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF OUR TIME**

*Anthropogenic sources of mercury pollution of environment, mercury hazards for people, existing ecological environment regarding mercury pollution, and ways of environmental mercury pollution reduction are reviewed.*