

значним озелененням. Окрім того, найвищі амплітуди температури повітря виявлено у дні з антициклональною погодою та нівелювання температурних відмінностей з приходом циклону та пов'язаними з ними значною хмарністю та опадами.

Отже, якщо порівнювати дані досліджень за осінній та зимовий періоди, то можна зробити низку попередніх висновків. Найбільше серед інших контрольних точок вирізняється Точка №4 (Садгора), що розташована на лівобережному схилі Пруту, з вищими температурами та значними добовими амплітудами температур повітря. Також виявлена відмінність у впливі певних антропогенних чинників (забудови, озелененості) на показники температур і вологості восени і взимку. Особливо помітним є збільшення впливу річки на дані ранкової вологості. Помітнішим став й вплив висотного положення точок – на ранкові й вечірні температури повітря та відносну вологість – 0,75 та 0,78. Майже непомітним виявився вплив озелененості порівняно з осінню, він присутній лише у значеннях амплітуд добових температур, це пояснюється відсутністю листя у дерев в зимовий період.

Виконані спостереження уже свідчать про мікрокліматичні відмінності у межах території міста, що зумовлені і антропогенними чинниками також. Водночас, природно розчленована поверхня міста ускладнює виявлення закономірностей пов'язаних з окремим чинниками. Тому дослідження потребує подальшого розвитку, а саме охоплення весняного та літнього періоду та багаторічного продовження, що дасть змогу провести мікрокліматичне районування та виконати прикладну кліматичну оцінку.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Міщенко З. А. Мікрокліматологія: Навчальний посібник / З. А. Міщенко, Г. В. Ляшенко. – Київ: КНТ, 2007. – 336 с.
2. Клімат Києва / За ред. В.М.Волошука, Н.Ф.Токар. - Київ: 1995, 80 с.
3. Гуцуляк В. М. Ландшафти міста Чернівці: Монографія / В. М. Гуцуляк. – Чернівці: Рута, 2006. – 168 с.

## РТУТНІ ЛАМПИ – СУЧАСНА ЕКОЛОГІЧНА ТА ПРАВОВА ПРОБЛЕМА В УКРАЇНІ

Базилевська А.Б., Михіна Л.І., Турос О.І., Забава Л.К.

Національний Університет «Києво-Могилянська Академія», Київ  
Інституту громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України, Київ

Швидкий темп впровадження сучасних енергозберігаючих технологій породив екологічну проблему утилізації використаних і пошкоджених ртутних люмінесцентних ламп, які до цього часу масово застосовують для освітлення як громадських і житлових, так і виробничих приміщень. Випари ртуті, які потрапляють з пошкоджених ламп у повітря приміщень, дуже отруйні, бо, проникаючи через органи дихання в організм, ртуть акумулюється і залишається в ньому назавжди, та хронічно впливає на здоров'я людей. А вміст  $\text{Hg}^0$  понад  $0,2 \text{ мг/м}^3$  викликає гостре отруєння.

Саме тому на сьогодні перед хіміками постало важливе актуальне завдання – використовуючи відомі аналітичні методи, створити метрологічно атестовані експрес-методи з застосуванням нових повірених засобів виміральної техніки для визначення вмісту випарів ртуті у повітрі, а також здійснення належних заходів щодо усунення загрози забруднення повітря.

У промисловості виготовляють ртутні лампи різної конструкції (залежно від форми скляної колби) трьох типів за механізмом дії – люмінесцентні лампи денного світла, ртутні дугові та металогалогенові лампи [1]. Люмінесцентна лампа денного світла або флуоресцентна трубка – це газорозрядна лампа зі спеціальною технологією освітлення, яка залежить від хімічної реакції, що відбувається всередині скляної трубки між газом-наповнювачем і ртутним наповнювачем, продуктом якої є короткохвильове ультрафіолетове світло. Це невидиме УФ-світло діє на порошок фосфорне покриття внутрішньої стінки скляного корпусу лампи, що й сприяє люмінесцентному сяянню фосфору. Ртутна дугова лампа – це газорозрядна лампа, в якій використовується електрична дуга, що проходить крізь випари ртуті, які перебувають у скляному корпусі під високим тиском. Металогалогенові лампи – електричні лампи освітлення, в яких електрична дуга проходить крізь випари ртуті і випари галогенідів металів, що поліпшують передачу кольорів світла. На сьогодні в Україні продовжують виготовляти ртутні лампи, але вже за новими національними стандартами України, гармонізованими з міжнародними та європейськими документами згідно з Програмою робіт з національної стандартизації у 2016 р. [2].

За даними Швейцарського федерального відомства з охорони здоров'я (Swiss Federal Office of Public Health – FOPH), непошкоджені ртутні енергозберігаючі лампи – безпечні. Але ртутні випари, що потрапляють у довкілля з розбитих ламп за кімнатної температури, є небезпечними для здоров'я людей, зважаючи на те, що вміст ртуті в одній сучасній лампі різних марок коливається від 1,4 до 4-5 мг, а в лінійних люмінесцентних лампах – від 5 до 22 мг, залежно від типу та віку трубки [3, 4].

Враховуючи, що з розбитої лампи випаровується уся ртуть, було встановлено, що протягом двотижневого періоду після пошкодження лампи в повітря виділяється від 17 до 40 % ртуті (від 3 до 8 мг). Протягом перших 8 год. виділяється  $\frac{1}{2}$  ртуті, а з підвищенням температури випаровування ртуті пришвидшується, тому поблизу нещодавно розбитих ламп у повітрі фіксують підвищений вміст ртуті, що значно перевищує норми. Щорічно у США, викидають близько 620 мільйонів люмінесцентних ламп, і велика кількість з них пошкоджені. Враховуючи встановлену швидкість вивільнення – 3-8 мг ртуті з однієї розбитої лампи, лише у США пошкоджені лампи виділяють приблизно 2-4 т ртуті за рік. А випари ртуті можуть залишатись у повітрі до одного року та переноситися на далекі відстані, перш ніж вони десь осядуть. Саме тому в 1999 р. Агентство США з охорони навколишнього середовища додало лампи до переліку Універсальних правил щодо відходів. Правилами передбачено, що упаковка ламп повинна бути конструкційно надійною та, відповідно, запобігати їх пошкодженню, а у 2005 р. до правил ще було додано вимогу, що упаковка має запобігти потраплянню випарів ртуті в довкілля. Проте, ця зміна не стосується саме люмінесцентних ламп [5].

Межа концентрації ртуті у повітрі в зоні роботи з нею професійних працівників, встановлена Адміністрацією охорони здоров'я професійних працівників США ще у 1997 р., становить  $100 \text{ мкг/м}^3$  (за 8 год. на добу, 5 днів на тиждень) [6]. Американська конференція урядових і промислових гігієністів рекомендує максимальну концентрацію  $25 \text{ мкг/м}^3 \text{ Hg}^0$  для дорослих і  $0,2 \text{ мкг/м}^3 \text{ Hg}^0$  в умовах постійного проживання дітей [7, 8].

Регулювання правил і норм щодо використання ртуті у законодавстві України теж має багаторівневий характер, оскільки ртуть є об'єктом регулювання декількох інститутів права одночасно. Законодавчими документами визначено статус ртуті як небезпечної хімічної речовини і, відповідно, небезпечного відходу та затверджено максимальну ГДК випарів ртуті для житлових і громадських приміщень, яка становить  $0,3 \text{ мкг/м}^3$  [9]. Згідно із Законом України «Про охорону атмосферного повітря» та Закону України «Про відходи» покладено обов'язок на підприємства, установи, організації та громадян, які здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, вживати належні заходи щодо зменшення обсягів викидів ртуті, здійснювати контроль та усі належні як організаційно-господарські, так і технічні заходи щодо забезпечення охорони атмосферного повітря та належних умов життєдіяльності населення. Розглядаючи питання законодавчого врегулювання правил поведінки з ртуттю в Україні необхідно врахувати статті 2 і 50 Конституції України, а також Закону України «Про охорону навколишнього середовища». Проте, не тільки виробництво ртуті здійснюється за спеціальними нормативно визначеними умовами, а й умови її транспортування, господарського використання та переробки також затверджені у нормативно-правових актах органів державної влади України, зокрема у Постанові Кабінету Міністрів України від 12.05.2007 р. № 723.

Результати експерименту, виконаного авторами в Інституті громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України, підтвердили результати американських учених щодо тенденції процесу випаровування ртуті з пошкодженої ртутної люмінесцентної лампи. Для вимірювань з такою точністю було використано компактний і надійний в експлуатації високочутливий прилад Mercury Ultratracer UT-3000, який забезпечує виявлення випарів  $\text{Hg}^0$  від  $\text{нг/м}^3$  до частинок на квадрильйон ( $10^{15}$ ). У цьому приладі поєднано спеціальний високопродуктивний модуль з пасткою із золота для одержання амальгами та оптимізований детектор атомно-абсорбційної спектроскопії, а принцип дії ґрунтується на вимірюванні резонансного поглинання атомами ртуті променів довжиною хвилі  $253,7 \text{ нм}$  [10].

Через добу після пошкодження лампи у повітрі кімнати для прийому відвідувачів і переговорів площею  $36 \text{ м}^2$  і висотою  $3,5 \text{ м}$  зафіксували вміст ртуті  $86,0 \text{ нг/м}^3$ , а повторним вимірюванням через 2 год. встановлено вміст  $76,2 \text{ нг/м}^3$  (зменшення пояснили відкриванням дверей для входу та виходу з кімнати для виконання заміру). Провітрюванням кімнати та роботою витяжної шафи протягом 10 хв. повністю очистили повітря (вміст  $\text{Hg}^0$  дорівнював 0), проте через 2 год. у повітрі вміст  $\text{Hg}^0$  знову підвищився до  $12,0 \text{ нг/м}^3$ , отже з лампи продовжували випаровуватися залишки ртуті.

То ж, для створення системи утилізації відходів, що мінімізують пошкодження ще цілих ламп, а також зменшення вітчизняними виробниками вмісту ртуті в лампах можна вирішити лише на рівні держави.

В Україні утилізацією небезпечних відходів повинні займатися ліцензовані організації, де можна переробляти люмінесцентні лампи, яких є лише 7, а єдине державне підприємство розташоване в Горлівці, яка на сьогодні перебуває на невідконтрольній території [11]. А за даними ЗМІ, деякі компанії, замість безпечної переробки, займаються лише похованням цих ламп на стихійних звалищах поблизу житлових районів [12]. Отже, низька культура споживачів і безвідповідальність організацій, що мають утилізувати лампи, та, на жаль, повна безкарність за нанесення шкоди доквітлю та здоров'ю населення призводять до підвищення вмісту випарів ртуті у повітрі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН України «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» ДБН В.2.5-28-2006.

2. ДСТУ EN 61048:2015 Допоміжні пристрої для ламп. Конденсатори для схем трубчастих люмінесцентних та інших розрядних ламп. Загальні вимоги та вимоги щодо безпеки (EN 61048:2006/A1:2016, IDT). Зміна № 1:2016.

3. Mercury Vapor In Lamps: How Safe Is It? [Електронний ресурс] // Science 2.0. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.science20.com/news\\_articles/mercury\\_vapor\\_lamps\\_how\\_safe\\_it-128909](http://www.science20.com/news_articles/mercury_vapor_lamps_how_safe_it-128909).

4. Technical Guide 6: Fluorescent Lamps & Mercury [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ecospecifier.com/knowledge-base/technical-guides/technical-guide-6-fluorescent-lamps-mercury/>.

5. Aucott. Release of mercury from broken fluorescent bulbs. / Aucott, McLinden, Winka. // Journal of the Air & Waste Management Association (1995). – 2003. – №53. – С. 143–51.

6. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards [Електронний ресурс] // The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0383.html>.

7. Toxicological Profile for Mercury [Електронний ресурс] // Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ASTDR). – 1999. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=115&tid=24>.

8. Residential Mercury Spills from Gas Regulators / [D. Hryhorczuk, V. Persky, J. Piorkowski та ін.]. // Environmental Health Perspectives (ehp). – 2006. – №114. – С. 848–852.

9. Гранично допустимі концентрації /ГДК/ та орієнтовні безпечні рівні діяння /ОБРД/ забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. – Донецьк: Український науковий центр технічної екології, ОАО «УкрНТЕК»; 2000.

10. UT 3000 Ultra Tracer Mercury Vapor Detector [Електронний ресурс] // Mercury Instruments USA. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.mercury-instrumentsusa.com/UT3000.html>.

11. Україна без сміття [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://nowaste.com.ua/hazard/>.

12. Як спиритні підприємці заробляють на переробці небезпечних відходів [Електронний ресурс] // 24 канал. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: [https://24tv.ua/vak\\_spritni\\_pidpriyemtsi\\_zaroblyayut\\_na\\_pererobtsi\\_nebezpechnih\\_vidhodiv\\_n867459](https://24tv.ua/vak_spritni_pidpriyemtsi_zaroblyayut_na_pererobtsi_nebezpechnih_vidhodiv_n867459).