

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра прикладної екології та охорони праці

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота/проект

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

на тему «Оцінка впливу на довкілля люмінесцентних ламп та шляхи його
зниження»

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи ЗНС-18-16д

Спеціальності 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»

(назва)

Освітньої програми «Технології захисту
навколишнього середовища»

(назва)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

Скрипник Є.О.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Белоконь К.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к.т.н. Румянцев В.Р.

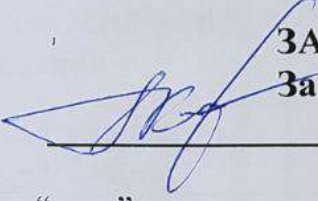
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя

2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
 ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра прикладної екології та охорони праці
 Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)
 Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(шифр)
 Освітня програма «Технології захисту навколишнього середовища»
(назва)
 Спеціалізація _____
(код та назва)


 ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри
 Г.Б. Кожемякін
 “ ” _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Скрипник Євген Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проєкту) «Оцінка впливу на довкілля люмінесцентних ламп та шляхи його зниження»

керівник роботи Белоконь Каріна Володимирівна, канд. техн.наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “17” 01 2022 року № 90-с

2. Строк подання студентом 13.06.2022

3. Вихідні дані до роботи кількість використаних ламп в Запорізькій області за 2021 рік, офіційні статистичні дані

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, загальна частина, спеціальна частина, охорона праці та техногенна безпека, висновки, список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

16 слайдів: титульний лист, планка вишиву на довгийшій лінії та шпекти його розміри, види сайти, зурова сайти, червани та червоні відомості сайти різні розміри сайти, композиційні карти різні координати різні вхносреди, ПК різні та з'єднанні вивітри розробки схеми утилізації сайти, розширення інформації, сайти розміри сайти з'єднанні сайти, розробка композиційних карти різні у різних умовах композиційних карти різні у різних умовах, схеми утилізації Сайти-2* для червоної різні сайти, якмоно чітка інформація для сімейного з'єднанні сайти, заходи на державному рівні, безмовно

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доцент Белоконь К.В.		
2	доцент Белоконь К.В.		
3	доцент Белоконь К.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір матеріалу	02.05-08.05.2022	
2	Аналіз зібраного матеріалу	09.05-15.05.2022	
3	Виконання 1 розділу	16.05-22.05.2022	
4	Виконання 2 розділу	23.05-29.05.2022	
5	Виконання 3 розділу	30.05-05.06.2022	
6	Розробка презентації	06.06-12.06.2022	
7	Перевірка роботи консультантами	13.06-19.06.2022	
8	Попередній захист роботи	13.06.2022	
9	Захист роботи у ЕК	24.06.2022	

Студент (підпис)

Скрипник Є.О. (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) (підпис)

Белоконь К.В. (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер (підпис)

Белоконь К.В. (ініціали та прізвище)

Анотація

Скрипник Є.О. Кваліфікаційна робота «Оцінка впливу на довкілля люмінесцентних ламп та шляхи його зниження».

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня бакалавра за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища», науковий керівник К.В. Белоконь. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потєбні, кафедра прикладної екології та охорони праці, 2022.

У кваліфікаційній роботі було розглянуто такі питання: джерела ртутного забруднення; забруднення ртуттю атмосфери, гідросфери, літосфери; пагубний вплив ртуті на людей, живих організмів; демеркуризація приміщень, транспорту, ґрунту; утилізація ртутьвмісних ламп; утилізація ртутьвмісних відходів; розробка рекомендацій безпечного поводження з ртутьвмісними приладами, розрахунок об'ємів утворення ртутьвмісних ламп.

Ключові слова: джерела ртутного забруднення, клас токсичності, демеркуризація, утилізація, відходи, люмінесцентні лампи.

Abstract

Skripnik Evgeniy. Qualification work «Assessment of the environmental impact of fluorescent lamps and ways to reduce it».

Scientific supervisor is K.V. Belokon of qualifying project for obtaining bachelor's degree on specialty № 183 «Environmental Protection Technologies». Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebni of Zaporizhzhia National University, The Department of Applied Ecology and Labor Protection, 2022.

The following issues were considered in the qualifying work: sources of mercury pollution; mercury pollution of the atmosphere, hydrosphere, lithosphere; the harmful effects of mercury on people, living organisms; demercurization of

premises, transport, soil; disposal of mercury-containing lamps; disposal of mercury-containing waste; development of recommendations for the safe handling of mercury-containing devices, calculation of the volume of formation of mercury-containing lamps.

Keywords: sources of mercury pollution, toxicity class, demercurization, recycling, waste, fluorescent lamps.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	11
1.1 Джерела ртутного забруднення оточуючого середовища.....	11
1.2 Аналіз небезпечності ртутьвмісних ламп.....	16
1.3 Вплив ртуті на навколишнє середовище.....	20
1.4 Негативний вплив ртуті і її сполук на здоров'я людини.....	23
1.5 Негативний вплив ртуті і її сполук на живі організми.....	26
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	30
2.1 Заходи рішення екологічної проблеми.....	30
2.2 Демеркуризація.....	30
2.2.1 Основні принципи демеркуризації.....	31
2.2.2 Очищення від ртуті приміщень.....	36
2.2.3 Демеркуризація транспортних засобів.....	39
2.2.4 Знешкодження територій.....	41
2.2.5 Демеркуризація без допомоги фахівців.....	42
2.3 Способи утилізації ртутьвмісних відходів.....	44
2.3.1 Технологічна установка утилізації ртутьвмісних ламп.....	50
2.3.2 Технологія термічного знешкодження ртутьвмісних відходів	52
2.4 Заходи на державному рівні.....	54
2.5 Рекомендації безпечного користування з ртутьвмісними лампами.....	56
2.6 Розрахунок нормативно допустимих об'ємів утворення відходів на підприємстві.....	57
2.7 Розрахунок концентрації ртуті при потенційному забрудненні....	58
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.....	61
3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів	61
3.2 Заходи з поліпшення умов праці	64

	7
3.3 Виробнича санітарія.....	65
3.4 Заходи з електробезпеки.....	67
3.5 Заходи з пожежної та техногенної безпеки.....	68
3.6 Розрахунок загального освітлення робочого приміщення.....	70
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	76

ВСТУП

Актуальність роботи. Відходи – це будь-які речовини, матеріали й предмети, які утворюються в процесі людської діяльності й не мають подальшого використання по місцю утворення або виявлення.

Відходи споживання – відходи, які утворюються як безпосередньо в домашніх господарствах, так й у комунальній сфері в цілому, які втратили свої споживчі функції. Основні компоненти відходів споживання – використані відпрацьовані матеріали, небезпечні – акумулятори, батарейки, ртутні й звичайні лампи розжарювання, зношені автомобільні шини, вуличне сміття.

Найстрашніше, що при не інформованості людей і недбалості підприємств, зростає токсичність відходів, у сміття потрапляють елементи харчування, термометри, прилади, які містять ртуть, внаслідок чого воно збагачується солями важких металів і хімікатами, а це приводить до їх взаємодії, утворення й потрапляння в атмосферу токсичних сполук, у тому числі невизначених, які переносяться на значні відстані.

Із всіх відходів споживання найнебезпечнішими, токсичними частіш зустрічаємими, утворюючимися, як на підприємствах, так й у побуті є люмінесцентні, ртутьвмісні лампи, яким на великий жаль не приділяється потрібної уваги. Постійна присутність і високий вміст ртуті в міському середовищі й відходах пов'язані з використанням і періодичним виходом з ладу різноманітних ртутьвмісних виробів: люмінесцентні й ртутні, лампи низького і високого тиску, ртутно-кварцеві лампи, термометри, гальванічні елементи, різні прилади й т.п. Найчастіше з ладу виходять люмінесцентні лампи, у залежності від типу в кожній люмінесцентній або ртутній лампі, утримується від 12 до 560 мг ртуті, у найпоширеніших типах – от 60 до 120 мг.

Ртутьвмісні лампи становлять особливу небезпеку, тому що вони забруднюють середовище перебування токсичною ртуттю. Так, швидкість

випару металевої ртуті в повітрі при температурі навколишнього середовища 20°C становить 0,002 мг із 1 см у час, а при 35-40°C на сонячному світлі вона збільшується в 15-18 разів, досягаючи 0,036 мг/см у час. При розбиванні ртутної лампи, що містить 80 мг ртуті, що покриває 3,53 см при діаметрі кульки 0,01см. Якщо вся ртуть повністю випарується, то вона забруднить приміщення площею 3 тис. кв. м.

Одне з важливих властивостей ртуті полягає в її здатності накопичуватися живих організмах (біоаккумуляція) і просуватися по харчовому ланцюжку (біоампліфікація). Це особливо стосується метилртуті, що акумулюється в більших кількостях, ніж інші форми ртуті, такий спосіб викликає особливу стурбованість.

Потрапив у навколишнє середовище, ртуть назавжди залишається в ньому, продовжуючи циркулювати в повітрі, воді, відкладеннях, ґрунті й біоті в різних неорганічних й органічних формах. Вона може переноситься на великі відстані, а це означає, що ртуть, що звільнена на одному континенті, може відкладатися на других континентах і взагалі в будь-якій частині світу.

У даній кваліфікаційній роботі розглянуті питання за рішенням проблеми використання ртутьвмісних відходів, а саме: зазначені можливі джерела ртуті, симптоми можливого отруєння, при впливі з навколишнім середовищем й її мешканцями, у наслідку розроблені рекомендації безпечного користування з ртутьвмісними відходами, представлені можливі методи й схеми утилізації ртутьвмісних відходів, демеркураційні заходи при можливому витоку ртуті, заходи, по інформуванню населення, так як більшість людей не усвідомлює усієї серйозності цієї проблеми, а також розглянуті шляхи співробітництва держав, що допоможе воєдино вирішити проблему на глобальному рівні. Проаналізувавши роботу прийшли до висновку, що оптимальним рішенням проблеми ртутьвмісних відходів може бути відмова від використання ртутних приладів, а саме заміщення ртуті другими речовинами, які на жаль, поки тільки в розробці.

Мета кваліфікаційної роботи – оцінка впливу на довкілля люмінесцентних ламп та розробка рекомендацій щодо його зниження.

Об'єкт розробки – заходи рішення ртутної проблеми (утилізація ртутьвмісних ламп, розробка рекомендацій безпечного поводження з ртутьвмісними лампами).

Практичне значення. Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані при розробці заходів з боротьби з ртутним забрудненням на державному рівні. Матеріали роботи можуть бути також впроваджені у навчальний процес кафедри прикладної екології та охорони праці Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету при виконанні лабораторних і практичних робіт з дисциплін: «Оцінка впливу на довкілля», «Аналіз та оцінка екологічних ризиків», «Екологія та неоекологія».

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 78 сторінках і складається зі вступу, 3 розділів, висновків, переліку джерел посилання, який включає посилання на 25 джерел. Робота ілюстрована 6 таблицями та 6 рисунками.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Джерела ртутного забруднення навколишнього середовища

Джерела вивільнення ртуті можна розділити на чотири категорії [1]:

- природні джерела – джерела, з яких ртуть звільняється в результаті природної акумуляції ртуті, що знаходяться у земній корі, зокрема в результаті вулканічної діяльності й руйнування гірських порід;

- поточне антропогенне (пов'язане з діяльністю людини) звільнення в результаті акумулювання ртуті, що утримуються як домішки в сировинних матеріалах, наприклад у викопному паливі – особливо у вуглі й у меншому ступені газі й нафті – і других що добувають, що переробляють в рециркулюємих мінералах;

- поточне антропогенне звільнення ртуті, навмисно використовуваної у виробках і технологічних процесах, у результаті випадкового розливу в процесі виробництва, витоків або видалення й спалювання відпрацьованих виробів, і т.п.;

- реакумуляція ртуті, що надійшла в навколишнє середовище в результаті діяльності людини, а потім потрапила в ґрунт, осад, водойми, на смітники й відкриті хвостоприємники.

Нижче як приклад приводиться ряд великих джерел ртуті, що вивільняється в результаті антропогенної діяльності – звільнення ртуті, що утримується в сировині як домішки:

- працюючі на вугіллі теплоелектроцентралі (самі великі індивідуальні джерела викидів в атмосферу);

- виробництво енергії з використанням других корисних копалин вуглецевого палива;

- виробництво цементу (ртуть, що знаходиться у вапні);

- гірничодобувні й металургійні підприємства, на яких добувається й обробляється сировина, а також переробляються мінеральні ресурси,

наприклад підприємство з виробництва: чавуну й сталі, феромарганцю, цинку, других кольорових металів, виробництво нафтопродуктів.

Вивільнення ртуті в результаті навмисного видобутку й використання ртуті:

- видобуток ртуті;
- дрібномасштабний видобуток золота (процес амальгамування);
- хлорлужне виробництво;
- використання ртуті у флуоресцентних лампах, приладах, як наповнювач амальгам у зуболікарській практиці й т.д.;
- виробництво виробів, що містять ртуть, наприклад: термометрів, манометрів і других приладів, електричних й електронних перемикачів, біоциди (наприклад, сполуки для дезінфекції насіння, пестициди й слимициди);
- використання інших виробів, таких як батарейки, піротехнічні засоби й лабораторні хімічні реагенти.

Звільнення ртуті в результаті обробки, спалювання відходів і т.д. (у цьому випадку мова йде о ртуті, що присутня як домішки, і ртуті, що спеціально використовується у виробництві): спалювання відходів смітника (побутових, медичних і небезпечних); спалювання; поховання (ртуть надходить у ґрунт); вторинне використання й зберігання.

Важливим джерелом забруднення ртуттю навколишнього середовища є підприємства кольорової металургії [2]. Через те, що ртуть є обов'язковим компонентом багатьох типів руд кольорових, рідких і благородних металів, у процесі їхнього видобутку, збагачення й металургійної переробки вона звільняється в навколишнє середовище. У цей час у глобальному плані це джерело надходження ртуті в середовищі перебування не уступає й навіть, за деяким даними, перевершує ртутне виробництво. При цьому значні кількості ртуті акумульовані у твердих відходах підприємств, у водостоках, значно забруднюють атмосферне повітря.

З вищевказаним, значне забруднення навколишнього середовища ртуттю пов'язане з діяльністю підприємств хімічної промисловості,

машинобудування й металообробки, теплоенергетики. Ртуть надходить у навколишнє середовище також при спалюванні вугілля, мазуту й других нафтопродуктів. Разом з тим формування зон ртутного забруднення пов'язано не тільки із промисловими викидами, із прямим впливом «ртутних виробництв», що використовують цей метал або його сполуки у своїх технологічних циклах. Установлено, що ртуть є типоморфним (характерним, постійно присутнім) елементом практично будь-яких техногенних геохімічних аномалій (зонах забруднення), що формуються в містах. На заводах, у наукових центрах, військових об'єктах, у медичних і навчальних установах, у побуті використовується значна кількість ртутьвмісних виробів, приладів, люмінесцентні й ртутні лампи, термометри, гальванічні елементи, які при неправильній утилізації можуть стати джерелами забруднення навколишнього середовища ртуттю. Внаслідок цього ртуть – типовий компонент різних промислових і побутових відходів, присутній на полігонах – у місцях смітників у навколишнім середовищі завжди відзначаються її підвищені рівні ГДК [3].

По суті, у цей час у країні сформувався специфічний тіньовий ринок ртуті. У засобах масової інформації регулярно повідомляється в спробах незаконного продажу металеві ртуті в різних регіонах країни, причому кількість вилученого при цьому правоохоронними органами металу змінювалося от 10-60 кг до 1,5 т.

Для багатьох міст і селищ відомі численні випадки розливу ртуті у всіляких приміщеннях, що обумовлено не тільки неправильним користуванням із ртутними приладами або незаконним зберіганням металеві ртуті, але й цілеспрямованими (часто в злочинних цілях) її розливами в житлових приміщеннях, суспільних будинках і комерційних організаціях. В останні роки ртуть уже неодноразово використалася з метою навмисного нанесення шкоди здоров'ю людей і здійснення терактів (металеву ртуть цілеспрямовано розливають у школах, під'їздах, на виборчих

дільницях, в офісах комерційних організацій і т.д.; ртуть виявляють у різних харчових продуктах, сигаретах, дитячих іграшках).

Ртутні люмінесцентні лампи найбільш розповсюджене джерело, надходження ртуті в навколишнє середовище, пов'язане з діяльністю підприємств, порушенням правил роботи із ртутьвмісними приладами, правил їхнього зберігання й утилізації при поширеності ртутьвмісних виробів у виробництві й у побуті. Цілеспрямовані протоки ртуті є причинами ртутного забруднення навколишнього середовища. Ці джерела ртутного забруднення прирівнюються по значимості до глобальної оцінки ртутних джерел, так як дуже широко та часто використовуються, будучи ощадливим заміником денного світла, незабаром виходять із ладу. Забруднення об'єктів міського середовища відбувається при порушенні (у побутових і виробничих умовах) правил експлуатації й зберігання ртутьвмісних приладів, пристроїв і виробів, у результаті недбалого обігу із ртуть утримуючими відходами, люмінесцентними лампами. Це нерідко приводило до виникнення аварійних ситуацій, нерідко із трагічними наслідками. Приблизно в 25-30% обстежених шкіл і дитячих садів існують сховані «застарілі» джерела парів ртуті різної інтенсивності. Ртутне забруднення було виявлено майже в 50% шкіл й 30% дитячих дошкільних установ міста. Все це визначає високу ймовірність тривалого впливу парів ртуті на дітей і підлітків, тобто, на одну з найбільш чутливих до ртутної експозиції категорій населення [4]. Проблема ртутного забруднення має особливе значення. Незважаючи на зниження об'ємів використання ртуті в промисловості, у країні накопичені величезні кількості ртутьвмісних відходів, в обігу перебуває велика кількість ртутних приладів, виробів і пристроїв, на руках у населення є значна кількість ртуті і її сполук. Разом з тим кожне конкретне забруднення ртуттю того або іншого об'єкта, через високу токсичність ртуті, викликають необхідність проведення спеціальних робіт з усунення цього забруднення – демеркурації.

На рис. 1.1 схематичне зображення колообігу ртуті в оточуючому середовищі, де бачимо, джерела її вивільнення, потрапляння в оточуюче

середовище, взаємодію з живими організмами утворення ними метил і диметилртуть, дуже токсичні органічні з'єднання, їх повертання в ОС.

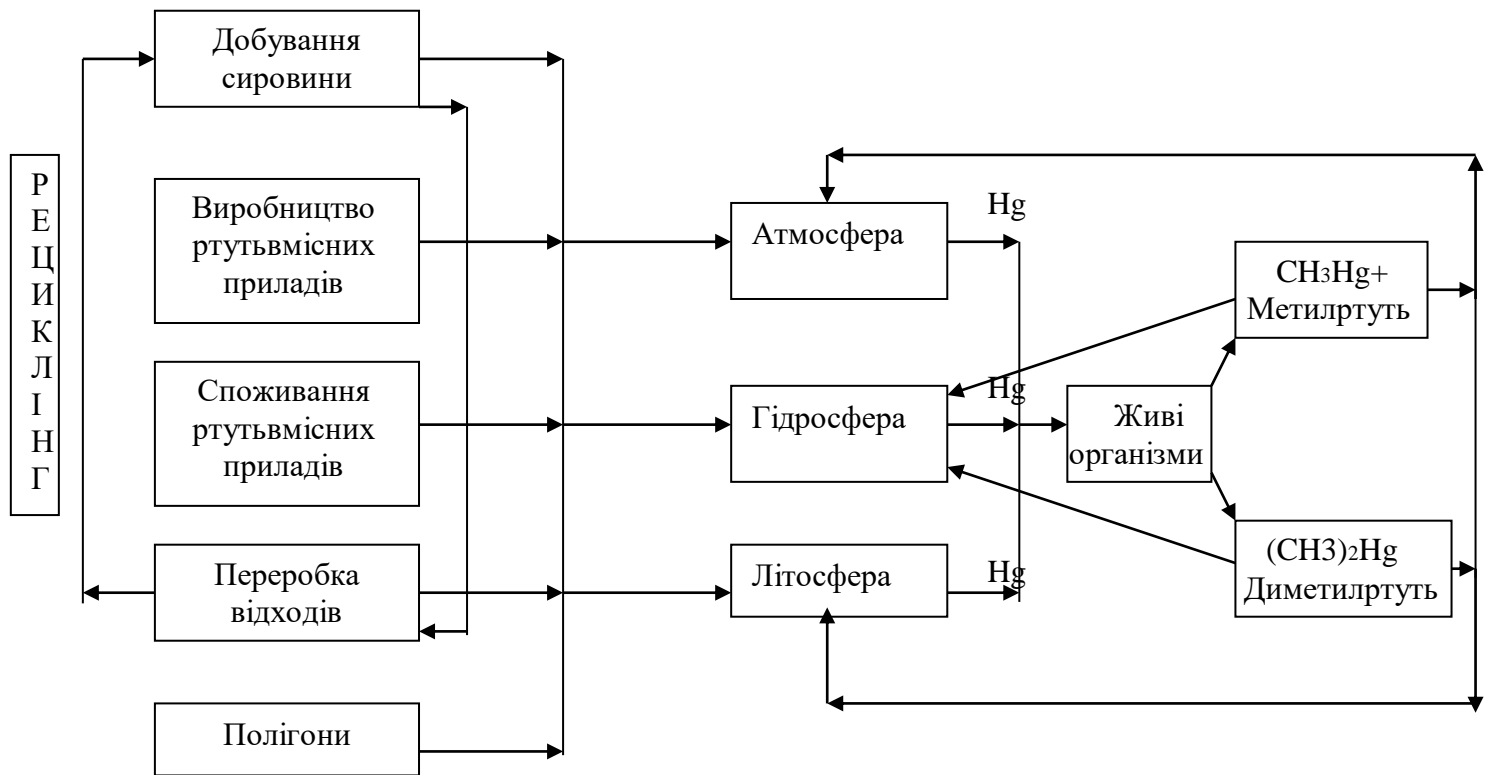


Рисунок 1.1 – Колообіг ртуті в техносфері та оточуючому середовищі

З метою систематизації й уніфікації інформації щодо оцінки об'ємів утворення, утилізації, розміщення й рівня впливу на навколишнє природне середовище відходів споживання, організації контролю за природоохоронною діяльністю підприємств розробляють заходи зниження впливу ГДК - процес послідовного збирання, узагальнення й зберігання відомостей про ртуть і ртутьвмісний вид відходів, його походження, технічні, фізико-хімічні, технологічні, екологічні, санітарні, економічні й інші показники, методи його виміру й контролю, а також про технології його збирання, перевезення, зберігання, обробку, утилізації, видалення, знешкодження й поховання. Є частиною системи керування промисловими

відходами, входить у територіальну комплексну систему охорони навколишнього середовища.

1.2 Аналіз небезпеки ртутьвмісних ламп

Постійна присутність і високий вміст ртуті в міському середовищі й відходах пов'язані з використанням і періодичним виходом з ладу різноманітних ртутьвмісних виробів: люмінесцентні й ртутні лампи низького тиску, лампи ртутні високого тиску, ртутно-кварцові лампи, термометри, гальванічні елементи, різні прилади й т.п. [5].

У залежності від типу в кожній люмінесцентній або ртутній лампі, широко використовуваних у нашій країні, утримується від 20 до 300 мг ртуті, у найбільше розповсюджених типах – від 60 до 120 мг, а в деяких лампах її кількість досягає 350-560 мг (табл. 1.1). Щорічно з ладу виходить близько 100 млн. ламп, більшу частину яких до недавніх пір у найкращому разі викидали в сміттєвий бак і вивозили на смітник.

Таблиця 1.1 – Вміст ртуті в різних типах ртутьвмісних ламп

Група ламп	Кількість ртуті в лампі, мг
Люмінесцентні (трубчасті)	40-65 (середнє 52)
Люмінесцентні компактні	5
Високого тиску (типу ДРЛ)	75 – 350
Високого тиску (типу ДРТ)	50 – 600
Металевогалогенні	40-60
Натрієві високого тиску	30-50
Неонові трубки	не менш 10

Ртутьвмісні лампи становлять особливу небезпеку, тому що вони забруднюють середовище перебування токсичною ртуттю. Так, швидкість випару металевої ртуті в повітрі при температурі навколишнього середовища

20 °C становить 0,002 мг із 1 см, а при 35-40°C на сонячному світлі вона збільшується в 15-18 разів, досягаючи 0,036 мг/см. При розбиванні ртутної лампи, що містить 80 мг металу, що покриває їм поверхня складе 3,53 см при діаметрі кульки 0,01 см. Якщо вся ртуть повністю випарується, то вона забруднить приміщення площею 3 тис. м² [9].

Природно, що в процесі експлуатації частина (можливо, значна) пароподібної ртуті сорбується склом і люмінофором, проте істотна її кількість попадає в повітря. Значні кількості ртуті попадає в середовище перебування при викиданні ртутних ламп, що вийшли з ладу (табл. 1.2-1.5).

Таблиця 1.2 – ГДК ртуті та її з'єднання в повітрі робочої зони

Речовина	Клас токсичності	ГДК р.з., мг/м ³ Середньозмінна	Агрегатний стан в умовах виробництва
Ртуть металева	I	0,005	Пари
Диетилртуть	I	0,005	Пари
Неорганічні з'єднання ртуті	I	0,005	Аерозоль
Етилмеркурфосфат	I	0,005	Суміш парів і аерозолю
Етилмеркурхлорид	I	0,005	Суміш парів і аерозолю

Таблиця 1.3 – ГДК ртуті і її з'єднань у водних об'єктів господарсько-питного й культурно-побутового водокористування

Речовина	ГДК, мг/л
Диетилртуть	0,0001
Ртуть (для неорганічних з'єднань із урахуванням валового утримання всіх форм)	0,00053
Етилмеркурхлорид	0,0001

Таблиця 1.4 – Допустимі залишкові кількості (ДЗК) утримання ртуті в продуктах харчування

Вид продуктів	ДЗК, мг/кг
Рибні	0,5
М'ясні	0,03
Молочні	0,005
Овочі	0,02
Хліб і зернові	0,01
Фрукти	0,01
Соки	0,05

Таблиця 1.5 – ГДК валової концентрації ртуті й припустимі рівні її утримання по показниках токсичності у ґрунті

Показники токсичності й значення їх лімітуючих концентрацій, мг/кг			
Транслокаційний	Міграційний		Загально-санітарний
	водний	повітряний	
2,1	33,3	2,5	5

Транслокаційний показник шкідливості характеризує можливість переходу ртуті в сільськогосподарські рослини й накопичуватися там у концентраціях, що перевищують установлену для них ГДК.

Міграційний водний показник шкідливості характеризує здатність переходу ртуті із ґрунту в ґрунтові й поверхневі води й концентруватися в них у кількостях, що перевищують установлену для води ГДК.

Міграційний повітряний показник шкідливості характеризує можливість переходу ртуті із ґрунту в атмосферне повітря з досягненням концентрацій, що перевищують рівень ГДК, установлений для атмосфери.

Загальносанітарний показник шкідливості характеризує вплив ртуті на здатність, що самоочищає, і біологічну активність ґрунту. Визначено, що той показник шкідливості, що має найменшу граничну величину, обирається як,

що лімітує показник, шкідливості й приймається за ГДК даного хімічного елемента (речовини) у ґрунті. У випадку із ртуттю – це транслокаційний.

Фонові рівні ртуті в природних ґрунтах залежать от їхнього типу, але в більшості випадків перебувають у межах 0,01-0,1 мг/кг. Нижні межі характерні для піщаних ґрунтів, верхні – для ґрунтів, багатих органічною речовиною. Кількості, що перевищують ці величини, пов'язані із впливом забруднення. У зонах забруднення рівні ртуті, особливо у верхніх шарах ґрунтів, збільшуються в десятки-сотні разів, іноді навіть у тисячі разів. У ґрунтах ртуть активно акумулюється гумусом, глинистими частками, може мігрувати вниз по ґрунтовому профілю й надходити в ґрунтові води, поглинатися рослинністю, у тому числі сільськогосподарською, а також виділятися у вигляді парів й у складі пилу в атмосферу. При сильному забрудненні ґрунтів концентрації ртуті в повітрі можуть досягати небезпечних для людини величин.

У поверхневих водах ртуть мігрує у двох основних фазових станах – у розчині вод (розчинені форми) і в складі суспензії (зважені форми). У свою чергу, у розчині вод вона може перебувати у вигляді двовалентного іона, гідроксида ртуті, комплексних сполук (із хлором, органічною речовиною й ін.). Серед сполук Hg (II), ми вже знаємо про це, по своєму екологічному й токсикологічному значенню особлива роль належить ртутьорганічним сполукам. Найважливішими акумуляторами ртуті, особливо в умовах забруднення, є суспензія й донні відкладення водних об'єктів. Найбільш високими концентраціями ртуті характеризуються техногенні ілли, що активно накопичуються в ріках і водоймах, куди надходять стічні води промисловості. Рівні вмісту ртуті в них досягають 100-300 мг/кг і більше (при фоні до 0,1 мг/кг). Відомі випадки, коли кількість ртуті, що надійшла зі стічними водами й накопичене в таких ілах, становило десятки й сотні тонн. Нормальне функціонування таких рік і водойм, їхнє практичне використання можливо тільки при видаленні забруднених відкладень. Використання забруднених ртуттю вод для зрошення сільськогосподарських угідь

приводило до її нагромадження в сільгосппродукції до рівнів, що перевищують ГДК.

Нормативна кількість викидів і фактичний вміст у навколишньому середовищі дає можливість відстежити рух ртуті з техносфери, передбачити можливий вплив з ним.

1.3 Вплив ртуті на навколишнє середовище

Після вступу світу в індустріальну еру рівні вмісту ртуті в навколишньому середовищі значно підвищилися [6]. У цей час ртуть присутня в різних екологічних середовищах і продуктах харчування (особливо рибі) у всіх країнах світу в концентраціях, що шкідливо відбиваються на здоров'я людини, фауні й флорі. Широкомасштабний вплив ртуті спостерігається через антропогенні викиди ртуті й широкого застосування в минулому ртутних технологій, у результаті чого ртуть присутня на смітниках відходів, у хвостах гірничодобувних підприємств, на заражених промислових площадках, у ґрунті й відкладеннях. Ртуть відрізняється стійкістю й циркулює в глобальному масштабі.

Основною причиною ртутного забруднення є викиди ртуті в атмосферу, однак ртуть надходить також з різних джерел безпосередньо у воду й землю. Ртуть, що потрапила в навколишнє середовище, так і залишається в ній, де вона в різних формах циркулює в атмосфері, водному середовищі, осадженнях, ґрунті й біоті. Викиди, що відбуваються в цей час, ведуть до збільшення глобального ртутного пула, що постійно акумулюється, осаджується на землю або воду й заново акумулюється [10].

Форми вивільнення ртуті варіюються в залежності від типу джерела й інших факторів. В атмосферу ртуть у більшості випадків викидається у формі газоподібної елементарної ртуті, що переноситься по всій планеті й досягає регіонів, розташованих на значній відстані от джерела викидів. Інші викиди відбуваються у формі газоподібної, неорганічної, іонізованої ртуті (як,

наприклад, хлорид ртуті) або в сполучі з викидами. Такі форми зберігаються в атмосфері нетривалий час і можуть осаджуватися на поверхню суши або водою у радіусі от 100 до 1 000 км от їхнього джерела. Елементарна ртуть, що перебуває в атмосфері, може перетворювати в іонізовану ртуть, у результаті чого створюються сприятливі умови для випадання викинутої в атмосферу елементарної ртуті.

Після осадження ртуть може перетворювати (у першу чергу в результаті мікробного метаболізму) у метил-ртуть, що здатна накопичуватися в організмі (біоаккумуляція) і концентруватися в харчових ланцюгах (біонакопичування), особливо у водному харчовому ланцюжку (риба й морські ссавці). Таким чином, метил-ртуть являє собою саме ту форму, що викликає найбільшу стурбованість. Практично вся ртуть, що утримується в рибі, це - метил-ртуть.

Вплив ртуті супроводжується серйозними наслідками. Ртуть наносить значний пагубний вплив на здоров'я людини й навколишнє середовище в глобальному масштабі, що має всілякі прояви; свідченням такого впливу є наявні задокументовані факти. Ртуть й її сполуки є високотоксичними й особливо шкідливі для нервової системи, що розвивається. Ступінь її токсичності в організмі людини й других живих організмів залежить от хімічної форми, об'єму, каналу впливу й уразливості об'єкта впливу. Люди можуть піддатися впливу ртуті різними способами, у тому числі в результаті вживання в їжу риби, виробничого застосування ртуті й використання ртуті в побутових приладах, змісту ртуті в амальгамах, застосовуваних у зуболікарській практиці, застосування ртуть утримуючих вакцин і т.д.

Метил-ртуть наносить шкідливий вплив як на людей, так і на фауну й флору. Це сполука вільно переборює плацентарний і гематоенцефалічний бар'єри і є нейротоксичним, у зв'язку із чим воно може зробити особливий шкідливий вплив на мозок, що розвивається. Дослідження показали, що метил-ртуть, що попадає в організм вагітної жінки з їжею, може робити латентний, але дуже стійкий шкідливий вплив на розвиток дитини, що дає в

себе знати приблизно з настанням шкільного віку. Крім того, відповідно до результатів ряду досліджень, незначне посилення впливу метил-ртуті може шкідливо позначитися на серцево-судинній системі. У цей час чимало людей (і живих організмів) піддаються такому сильному впливу, що може привести до зазначеного вище й, можливо, другим шкідливим наслідкам.

Деякі групи особливо уразливі при впливі ртуті – це найбільше сильно проявляється у випадку плода, немовлят і дітей у цілому – через чутливість нервової системи, що розвивається. Таким чином, батьки, вагітні жінки й жінки, що збираються мати дітей, повинні особливо чітко усвідомлювати потенційну шкоду метил-ртуті. Помірне споживання риби (з низьким вмістом ртуті) навряд чи може привести до яких-небудь серйозних наслідків. Разом з тим корінне населення й інші групи, що споживають заражену рибу або морських ссавців у більшій кількості, а також працівники, що піддаються впливу ртуті, як, наприклад, працівники дрібномасштабного сектора видобутку золота й срібла, можуть піддаватися більше сильному впливу ртуті й тому ставляться до груп ризику.

Крім того, що риба має важливе значення для багатьох корінних народів, вона ще є надзвичайно коштовним компонентом структури харчування людей у багатьох частинах світу, оскільки в ній утримуються живильні речовини, рідко присутні в других продуктах харчування. Ртуть являє серйозну загрозу для поставок цього продукту харчування. Крім того, зараження риби може послужити причиною виникнення серйозних економічних проблем у груп населення й регіонів, для яких рибальство є життєво важливим економічним сектором.

Серед екосистем і різноманітних популяцій фауни й флори також існують особливо уразливі види. До них відносяться основні хижаки водних продовольчих ланцюжків (наприклад, що харчуються рибою птахи й ссавці), арктичні екосистеми, водно-болотні угіддя, тропічні екосистеми й ґрунтові мікробіологічні співтовариства.

Ртутне забруднення має серйозні наслідки для здоров'я й навколишнього середовища на місцевому, національному, регіональному й глобальному рівнях. Боротися із цими наслідками на кожному із зазначених рівнів треба різними способами, приділяючи увагу як пропозиції ртуті, так і попиту на неї.

Значний негативний вплив ртуті і її сполук на здоров'я людини й навколишнє середовище в глобальному масштабі добре задокументовано. Дослідження впливу ртуті в різних географічних районах свідчать, що значна частина населення й тварин в усім світі, піддається небезпечному впливу високих концентрацій метил-ртуті. Висока концентрація метил-ртуті була також виявлена в різних прісноводних водоймах і морських організмах в усім світі. Навіть райони з мінімальними місцевими й національними рівнями викиду ртуті, наприклад в Арктиці, випробовують на себе негативний вплив ртуті в результаті її трансконтинентального й глобального переносу.

Деякі види впливу ртуті пов'язані з її переносом на більші відстані, тоді як інші більшою мірою визначаються місцевими умовами. Вплив ртуті в результаті її переносу на більші відстані має місце тоді, коли ртуть, що потрапила в повітря або воду, циркулює й перетворюється в метил-ртуть, що потім надходить в організм людини й диких тварин (наприклад, у результаті вживання в їжу заражених ртуттю ссавців і риб). У відмінність от цього, неорганічна ртуть може потрапити в організм людини в результаті контакту із ртуттю або її парами або знаходження поблизу об'єкта, на якому вона використовується або з якого вона звільняється.

1.4 Негативний вплив ртуті і її сполук на здоров'я людини

Всесвітня організація охорони здоров'я відносить ртуть, що відрізняється різноманітним спектром негативного впливу на живі організми, до найпоширеніших і небезпечних токсикантів для навколишнього середовища [7]. Ртуть належить до числа тиолових отрут, що блокують

сульфгідрильні групи білкових сполук і цим порушують білковий обмін і ферментативну діяльність організму. У цей час встановлено, що із загальтоксичною дією (отруєннями) ртуть й її сполуки викликають гонадотоксичний (вплив на полові залози), ембріотоксичний (вплив на зародки), тератогенний (пороки розвитку й каліцтва) і мутагенний (виникнення спадкоємних змін) ефекти. З погляду патології людини, ртуть відрізняється більшою розмаїтістю виявлених токсичної дії в залежності від властивостей речовин, у вигляді яких вона надходить в організм (пари металевої ртуті, неорганічні або органічні сполуки), шляхів надходження й дози.

Основні шляхи впливу ртуті на людину пов'язані з:

- вдиханням парів металевої ртуті, що перебувають у повітрі;
- використанням харчових продуктів, що містять похідні ртуті;
- споживанням питної води, забрудненою ртуттю.

Можливі й інші, випадкові, але нерідкі в повсякденному житті шляхи впливу ртуті: через шкіру, при купанні в забрудненій водоймі й т.д. При вдиханні ртутні пари поглинаються й накопичуються в мозку й бруньках. В організмі людини затримується приблизно 80 % вдихуваних пар ртуті. У шлунково-кишковому тракті відбувається практично повне усмоктування органічних сполук ртуті. У вагітних жінок ртуть переборює плацентарний бар'єр, вражаючи плід. Концентрація ртуті в плазмі матері й немовляти близькі в той час як її вміст в еритроцитах плода на 30 % вище; у грудному молоці зміст ртуті становить приблизно 5 % її концентрації в крові.

При впливі ртуті на людину можливі:

- гострі отруєння (проявляються швидко й різко, звичайно при більших дозах більше 0,1 мг/м³);
- хронічні отруєння (викликаються впливом малих доз ртуті протягом щодо тривалого часу – не більше сотих часток мг/м³).

При гострих отруєннях сполуками ртуті спостерігаються поразки слизуватих оболонок травного тракту, порушення, а потім гноблення

центральної нервової системи, падіння кров'яного тиску; надалі розвивається важка поразка нирок. Вдихання парів ртуті супроводжується симптомами гострого бронхіту, бронхіоліту й (при сильному впливі) пневмонії. Спостерігаються зміни в крові й підвищене виділення ртуті із сечею.

При хронічних отруєннях спостерігається загальне нездужання, втрата апетиту, поноси, схуднення, дратівливість; розвивається апатія, емоційна нестійкість (ртутна неврастенія), з'являються головні болі, запаморочення, безсоння; виникає стан з підвищеною психічною збудливістю (ртутний еретизм), порушується пам'ять. Тривалий вплив характеризується появою астеновегетативного синдрому з виразним ртутним тремором (тремтіння рук, мови, повік, навіть ніг і всього тіла), нестійким пульсом, тахікардією, психічними порушеннями.

Слід також зазначити, що токсичний ефект при впливі малих доз ртуті може бути схованим, і симптоми отруєння можуть виявитися лише через кілька років. Особливу небезпеку представляють органічні сполуки ртуті. Мікроорганізми в забрудненому ртуттю воді легко переводять неорганічні сполуки ртуті в іон метилртуті. Ці іони активно абсорбуються й попадають у кров, мозок, викликаючи акумулятивні й необоротні порушення в організмі. Найважливіші ознаки отруєння ними – важка поразка центральної нервової системи, атаксія (розлад погодженості в скороченні різних груп м'язів), порушення зору, парастезія (відчуття оніміння, поколювання, повзання мурашок і т.д.), дизартрія (розлад мови), порушення слуху, біль у кінцівках.

В залежності від місцевого рівня ртутного забруднення загальна кількість ртуті, що потрапляє в організм, істотно збільшується за рахунок її надходження з повітря й води. Крім того, вплив ртуті на людину може значно зростати в результаті використання кремів, що просвітлюють шкіру, і мила, використання ртуті в релігійних, культурних або ритуальних цілях, її використання в деяких традиційних медичних засобах і наявності ртуті в повітрі приміщень і на робочому місці. Ртуть може також попадати в

організм із вакцинами й деякими другими фармацевтичними препаратами, що містять ртутні консерванти (наприклад, тимерозал/тиомерзал).

У людину ртуть накопичується у волоссі. Це індикатор. Якщо вміст ртуті в окуні 0,8 мг/кг маси, то в щуки вже 1,6 мг/кг. Після вживання такої щуки в їжу людиною, у волоссі вміст ртуті може становити 50 мг/кг. Якщо ж вміст ртуті у волоссі до 300 мг/кг маси, це є смертельно небезпечним. Вплив ртуті на організм людини викликає поразку головного мозку, обмеження поля зору навіть до повної сліпоти. Встановлено також вплив на спадковість: метилртуть викликає аномальні мітози пошкодження хромосом в 1000 разів сильніше, ніж при дії такої отрути, як колхіцин. Наслідком ртутних отруень у Швеції і Японії стали вроджені каліцтва в дітей.

Порушення, викликані органічними похідними ртуті, практично необоротні й вимагають надзвичайно тривалого лікування. Висока токсичність метилртуті (навіть при надходженні в організм у малих її кількостях протягом тривалого часу) обумовлена її ліпідорозчинністю, що дозволяє їй легше проходити через біологічні мембрани, проникати в головний мозок, спиною мозок, а також перетинати плацентарний бар'єр і накопичуватися в плід. З огляду на неможливість масового переходу на безртутні технології, широку поширеність медичних й електротехнічних ртутьвмісних виробів, високу ймовірність ртутного забруднення при неправильному обігу із ртутьвмісними відходами, необхідно констатувати, що проблема ртутної безпеки є однією із пріоритетних екологічних, медичних і соціальних проблем.

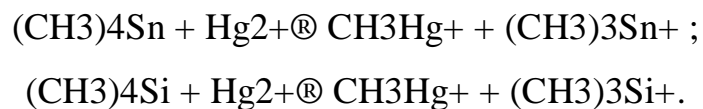
1.5 Негативний вплив ртуті і її сполук на живі організми

Ртуть як біоцид [8]. Небезпечні сполуки ртуті виявляються у всіх трьох середовищах перебування живих організмів. Самі живі організми сприяють ефективному транспорту цього отрутного елемента із середовища в інше. На

прикладі транспорту ртуті можна проілюструвати процес нагромадження отрут у харчових ланцюгах.

Яким би шляхом ртуть не потрапила у воду, мікроорганізми метилують її й при цьому завжди утвориться метилртуть CH_3Hg^+ або $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ - диметилртуть. З'ясувалося, що її небезпека вкрай небезпечна – $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ – жиророзчинна речовина, здатна потрапляти в організм людини не тільки через харчовий тракт, але й через дихальні шляхи й просто через шкіру, проникаючи через стінки клітин. Час життя цієї сполуки в живій клітині становить близько 70 днів у зв'язку із чим відбувається тривалий токсичний вплив.

Ще одним джерелом органічних похідних і є виробництва інших металевоорганічних з'єднань, з яких у результаті реакцій преалкулювання утворюється метилртуть:



Наслідки впливу метилртуті. Пташенята гусаків, отруєних метилртуттю, народжувалися сліпими, деякі ділянки шкіри були не покриті опірінням. У риб, отруєних метилртуттю, порушується координація руху, вони відстають від стаї й стають добичею птахів. Серед диких тварин найбільший вміст ртуті відзначено в печінці кабанів і зайців. У печінці тюленів Північного моря виявлений вміст ртуті набагато більше ГДК.

У Швеції в 50-х роках проводилася масова обробка зерна метилртутьдицианамідом. Результат – загибель зерноїстівних птахів (голуби, фазани, кури, куріпки, вівсянки). Другий ланцюг – загибель хижих птахів: сови, боривітра, яструби, сокола-сапсана, пугача. Це екологічна катастрофа. У США у зв'язку із цим мисливці більше не вживають добути ними пернату дичину. Всесвітня організація охорони здоров'я вважає, що ГДК для ртуті у рибі може становити 1 мг/кг. Незважаючи на це, у Фінляндії рекомендується

їсти рибу тільки 1-2 рази в тиждень. У Бразилії численні отруєння ртуттю, тому що населення дуже любить уживати в їжу рибу піранью.

Типові фонові рівні валової ртуті (розчинені форми) у природних прісних водах становлять 0,03-0,07 мг/л; у донних відкладеннях рік і прісноводних озер - 0,05-0,1 мг/кг; у прісноводних рослинах - 0,04-0,06 мг/кг сухої маси. Звичайно там, де немає вказівок на забруднення ртуттю, її рівні в питних водах рідко перевищують 0,1 мг/л. Ртуть, раніш всього метилртуть, відноситься до речовин, які накопичуються в харчових ланцюгах, простим зразком якої може бути, наприклад, що впливає ряд: личинка - піскар - окунь - щука - кішка. Це значить, що в кожному наступному організмі вміст метилртуті звичайно багаторазово вище, ніж у попередньому. Харчові продукти, вирощені й отримані при дотриманні необхідних умов, звичайно характеризуються припустимим змістом ртуті.

Сполуки ртуті потрапляють у водне середовище, де активно акумулюються планктонними організмами, що представляють їжу для ракоподібних, а останні поїдаються рибами, яких поїдають птаха, у печінці яких ртуть виявляється в більших кількостях.

Ртуть має широкий спектр токсичних ефектів на теплокровні: порушення біосинтезу білків й окисного фосфорилування в мітохондріях нирок і печінці; виникнення біохімічних порушень в організмі; нейротоксичний, гонадотоксичний, генотоксичний, ембріотоксичний й тератогенний впливи. Під дією токсичних концентрацій органічних сполук ртуті відбувається наростання інтенсивності процесів вільнорадикального окислювання. Особливо чутливими до дії ртуті є ембріони. Незважаючи на достатню вивченість, екологічна небезпека ртуті й наслідків її дії являє собою сьогодні серйозну проблему в екотоксикології.

Аналіз вимірів показав, що вміст метил-ртуті підвищений у великій кількості прісних водойм і видів морської риби у всім світі. Найвищі рівні концентрації ртуті, метил-ртуті виявлені у великих рибах хижих порід і морських ссавців, що харчуються рибою. Дослідження впливу, проведені в

різних географічних районах світу, свідчать у тім, що значна частина населення й популяцій фауни й флори в усім світі піддана такому рівню впливу ртуті, метил-ртуті, що не може не викликати стурбованості, при цьому головною причиною такого впливу є споживання зараженої риби.

В організмі численних видів диких тварин, що споживають у великій кількості рибу, може накопчуватися така кількість ртуті, що буде мати пагубні наслідки. У найбільших концентраціях ртуть виявлена в організмі видри, норки, хижих тварин, скопів й орлів, які є основними хижаками у водному харчовому ланцюгу. Наприклад, у яйцях деяких видів живучих у Канаді птахів концентрація ртуті настільки висока, що може являть загрозу для продовження роду. Крім того, за останні 25 років концентрація ртуті в арктичній кільчастій нерпі й горбатих китах в окремих районах канадської зони Арктики й Гренландії підвищилася в два-чотири рази. небезпека загрожує також деяким морським ссавцям, живучим у більш теплих водах. Крім того, отримані останнім часом дані свідчать у тім, що ртутному забрудненню піддалися ґрунти на великих територіях у Європі й, можливо, у багатьох других частинах світу. Однак в окремих місцях вплив ртуті на живі організми є незначним, навіть незважаючи на досить високу концентрацію ртуті, що порозумівається або недостатньо ефективною біоаккумуляцією ртуті в місцевому продовольчому ланцюгу, або тим, що ртуть тут із працею піддається метилуванню. Крім того, у певних місцях на рівні концентрації метил-ртуті може в більшому ступеню впливати практика регулювання водозбору, чим безпосередні викиди ртуті із крапкових або дифузійних джерел.

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Заходи рішення екологічної проблеми

Екологічні проблеми, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища ртуттю, обумовили розвиток цілої промисловості по виробництву із ртутьвмісних відходів вторинної ртуті. Відомо кілька підприємств, що спеціалізуються на утилізації (демеркуризації) ртутьвмісних відходів споживання, головним чином, люмінесцентних ламп [12].

Особливо серйозні проблеми, що створюють погрозу здоров'ю людей, відбувається при забрудненні ртуттю виробничих, службових, суспільних і житлових приміщень. Це сприяло розвитку спеціальних технологій і служб, що займаються демеркуризацією заражених ртуттю об'єктів. Звичайно організації, що займаються переробкою ртутьвмісних виробів, спеціалізуються й на демеркуризації об'єктів міського середовища.

2.2 Демеркуризація

З метою реалізації по збору, переробці відходів, а також по усуненню ртутних забруднень створили компанії, що займаються демеркуризацією (агентство по захисту навколишнього середовища від ртутних та інших токсичних забруднень) [13]. Підходи до демеркуризації різних приміщень у кожному конкретному випадку мають свої особливості й визначаються фахівцями. Традиційний механічний спосіб заснований на використанні вакууму або амальгамованих мідних пластинок у сполученні з гідроструменевою або дробеструменевою обробкою. При хімічному способі застосовують розчини перманганату калію, хлорного заліза, гіпохлориду натрію, а також хлорну воду й ін. В умовах міста демеркуризація містить у собі обстеження об'єктів, спрямоване на виявлення джерела й інтенсивності забруднення, проведення обробки приміщень і предметів, видалення й

переробку забруднених ртуттю матеріалів і продуктів, що утворюються в ході обробки. Успіх подібних робіт у значній мірі залежить від правильного вибору препаратів, використовуваних для обробки забруднених об'єктів.

Їхня ефективність визначається:

- характером перетворення ртуті, тобто ступенем витягу поллютанту із забруднених матеріалів і міцністю його зв'язування з речовиною демеркуризаційного препарату;

- агресивністю демеркуризаційних препаратів стосовно матеріалів, що підлягають обробці, тобто препарат, очищаючий об'єкт від ртуті, не повинен викликати руйнування поверхонь (поли, стіни й т.д.) і впливати на людей;

- властивостями кінцевих продуктів демеркуризації (їхньою стійкістю, розчинністю, що обумовлює їх безпечну транспортування й ефективність наступної утилізації або вторинної переробки).

Послуги агентств платні. Їхня вартість залежить від місцезнаходження джерела, ступеня забруднення й об'єму спеціальних робіт з усунення ртутних забруднень (демеркуризації).

2.2.1 Основні принципи демеркуризації

Комплекс заходів щодо усунення ртутного забруднення – демеркуризація – припускає організаційну складову, технічну й науково дослідницьку [14].

Як правило, для виконання масштабних робіт, таких як знешкодження забруднених ртуттю територій (райони розташування гірничо-видобувної промисловості, території підприємств кольорової металургії й т.д.) необхідне прийняття рішень на федеральному рівні, іноді – міждержавному. У той же час організацію робіт зі збору й знешкодження ртутьвмісних виробів виробничого й побутового призначення доцільно здійснювати на регіональному й міському рівні. На цьому ж рівні необхідний координувати

й контролювати роботи з очищення від ртуті конкретних об'єктів міського середовища.

Технічна складність проблеми очищення від ртуті пов'язана як з розмаїтістю об'єктів, що забруднюють ртуттю, (виробничі, навчальні, лікувально-профілактичні, адміністративні й житлові приміщення, залізничні вагони, літаки, автомобілі, території й т.д.), так і специфікою робіт з усунення ртутного забруднення. Більшість рекомендацій із проведення демеркуризації, як правило, містять перелік засобів по очищенню об'єктів від ртуті, і фахівці, що виконують ці роботи, повинні самостійно вибрати препарат, найбільш ефективний для даного конкретного випадку ртутного забруднення, визначити технологію його застосування. Крім того, фахівці, що проводять демеркуризацію, повинні володіти знаннями техніки безпеки по роботі з хімічними препаратами, застосовуваними для очищення об'єктів від ртуті (це, як правило, сильні окислювачі, у ряді випадків – газоподібні речовини й т.д.). Важливим моментом є також те, що проблема демеркуризації сполучена з питаннями знешкодження й переробки ртутьвмісних відходів.

Порушення вищевказаних умов, спроби виконувати демеркуризацію без залучення професіоналів приводять, як правило, до серйозних негативних наслідків. У ряді випадків спостерігалось збільшення проблеми забруднення об'єкта ртуттю (наприклад, багаторазова обробка паркетної підлоги житлового приміщення розчином перманганату калію привела до переміщення ртутного забруднення в підпільний простір, і як наслідок – до необхідності демонтувати пол й робити обробку цементної стяжки). До серйозного отруєння непідготовлених до роботи виконавців неодноразово приводило використання при демеркуризації галогенів (у процесі реакції виділявся газоподібний йод, що викликає сильне роздратування слизоватих оболонок, органів подиху). Наслідком неправильного обігу із ртутьвмісними відходами, що утворюються при демеркуризації (не було технічної можливості їх знешкодити), було повторне забруднення навколишнього середовища.

У зв'язку з вищевказаним необхідно з'ясувати, що демеркуризація повинна виконуватися спеціалізованими підприємствами, що розташовують необхідною виробничою й науково-дослідною базою:

- акредитованою аналітичною лабораторією екологічного контролю ртутних забруднень (для виконання аналізів по визначенню змісту ртуті в повітрі, у водному середовищі, у твердій речовині – ґрунті, штукатурці, бетоні й т.д.);

- кваліфікованими фахівцями, які здійснюють весь комплекс необхідних заходів (обстеження об'єктів, усунення ртутних забруднень, збір й знешкодження робіт, що утворюються в хід, ртутьвмісних відходів);

- демеркуризаційною службою, забезпеченою транспортними засобами, приладами, устаткуванням і засобами захисту, необхідними для проведення робіт;

- ліцензією на право обігу з небезпечними відходами.

Необхідною складовою демеркуризаційних робіт, їхнім успіхом є науково-обумовлений цілеспрямований вибір препаратів, оптимальних з погляду розв'язуваних завдань. У цьому контексті науково-виробничим підприємством, було організовано й проведене комплексне дослідження з визначення ефективності використовуваних у цей час демеркуризаційних препаратів й екологічної коректності застосовуваних технологій. Одним з аспектів виконаного дослідження було також питання у вигляді й властивостях кінцевих продуктів взаємодії демеркуризаційних препаратів з парами ртуті й ртуттю, адсорбованою різними поверхнями – ступеня їхньої розчинності, токсичності й т.д. Робота була виконана разом з академічними й галузевими інститутами: Інститут геології рудних родовищ, петрографії, мінералогії, геохімії РАН, Інститут мінералогії Уральське відділення РАН, Інститут мінералогії, геохімії, кристалохімії рідких елементів, Інститут геохімії й аналітичної хімії ім. В. И. Вернадського, Інститут екології людини й навколишнього середовища ім. А. Н. Сисіна РАМН й ін.

У результаті дослідження було встановлено, що більшості застосовуваних у цей час засобів хімічної демеркуризації властиві істотні недоліки. По-перше, багато хто з них відрізняються неповним перетворенням ртуті (хлорне залізо, перманганат калію, тіосульфат натрію, сірководень й ін.), тобто, використання реагентів не забезпечує зниження рівня ртутного забруднення повітря до ПДК (ПДК = 0,0003 мг/м³).

Крім цього було зафіксовано, що через нестійкість сполук, що утворюються, через якийсь час після демеркуризації (2-3 тижня) спостерігається ріст вмісту парів ртуті в повітрі до вихідного мічений. Це відбувається, наприклад, при спробах усунути ртутне забруднення за допомогою озону або перекису водню: у результаті розпаду окису одновалентної ртуті, що є продуктом реакції, виділяється вільна ртуть [14].

В особливу групу можна виділити препарати, які відрізняються високою агресивністю, тобто, впливають на різні поверхні, прилади й апаратури, мають високу токсичність (наприклад, похідні галогенів). Ця особливість не виключає використання зазначених препаратів, але обмежує сферу їхнього застосування. Так, для демеркуризації виробничих приміщень, у яких протягом тривалого часу здійснювалися роботи із ртуттю і її сполуками, досить результативне використання газоподібного йоду [14]. Разом з тим цей реагент не може бути застосований для очищення від ртуті, наприклад, транспортних засобів, демеркуризації адміністративних приміщень, дитячих установ.

На основі вищевказаних досліджень фахівцями науково-виробничого підприємства була створена серія демеркуризаційних засобів і розроблена методологія, які дозволяють усунути ртутні забруднення різних об'єктів при одночасному досягненні, практично, безстрокового ефекту очищення от ртуті. У якості найбільш перспективних демеркуризаційних реагентів були використані полісульфідні препарати, персульфати, сполуки, що містять іони галогенів, комплексоутворюючі реагенти й поверхнево-активні речовини. У ряді випадків оптимальний результат досягається при

комплексному використанні зазначених вище препаратів. Високою ефективністю відрізняється спосіб демеркуризації, що дозволяє перетворити ртуть у сульфід ртуті – найбільш стійку, практично нерозчинна сполука цього елемента, що відповідає її природній формі [13] . Попереднє нанесення оксиетилованого спирту (поверхнево-активної речовини), передбачене в зазначеному способі демеркуризації, забезпечує змочування оброблюваної поверхні, включаючи мікронерівності, зазори й дефекти покриття, тобто, створює найбільш сприятливі умови для протікання реакції перетворення ртуті в сульфідну форму. Використання в розглянутому способі демеркуризації як основний реагент полісульфіду кальцію (у відмінність від традиційно застосовуваних сульфідів і полісульфідів лужних металів) дозволяє запобігти розчиненню сульфідів, що утворяться, ртуті в надлишку демеркуризаційного препарату. Зазначений спосіб очищення от ртуті найбільш доцільний для демеркуризації об'єктів з високим ступенем ртутного забруднення - виробничих приміщень, наукових центрів, об'єктів теплоенергетики і т.п.

Демеркуризаційні препарати на основі персульфатів, що містять інгібітори корозії й комплексоутворювачі, дозволяють здійснювати очищення від ртуті таких складних об'єктів як літаки й вертольоти. У цьому випадку найважливіше значення має відсутність негативного впливу засобів демеркуризації на довговічність, надійність і корозійну стійкість авіаційної конструкції.

Через те, що спектр забруднених ртуттю об'єктів досить різноманітний: заводи, науково-дослідні інститути, конструкторські бюро, лікувально-профілактичні, адміністративні установи, житлові квартири, транспортні засоби (літаки, вертольоти, ж/з вагони, автомобілі), устаткування – при проведенні демеркуризації необхідний здійснювати диференційований підхід до проблеми очищення від ртуті, що враховує ступінь забруднення об'єкта ртуттю, вид забруднених ртуттю матеріалів і т.д. У цьому зв'язку доцільно виділити такі групи об'єктів: приміщення, транспортні засоби, території.

2.2.2 Очищення приміщень від ртуті

Комплекс робіт з демеркуризації приміщень включає наступні обов'язкові етапи:

- обстеження об'єктів, спрямоване на виявлення джерела й ступеня забруднення приміщень ртуттю;
- видалення фазової ртуті й підготовка поверхонь для виконання хімічної обробки;
- хімічну демеркуризацію, при якій виробляється обробка поверхонь теми або інших препаратів (при необхідності виконується видалення покриття підлоги, у випадку сильного забруднення – вирубка ділянок штукатурки, цементної стяжки, демонтаж підлоги, видалення засипання підпільного простору);
- знешкодження забруднених ртуттю матеріалів (бетон, штукатурка, кахель і т.д.) і продуктів перетворення ртуті.

Обстеження забрудненого ртуттю об'єкту є надзвичайно важливим етапом роботи, тому що дозволяє визначити загальний об'єм демеркуризаційних заходів, технологію й вид хімічних препаратів, необхідних для здійснення очищення приміщення от ртуті. Обстеження приміщення, як правило, починають із аналізу повітря на зміст у ньому парів ртуті; у зонах максимального забруднення повітря виробляється відбір проб твердих матеріалів – покриття підлоги, штукатурки й т.д. У більшості випадків аналіз отриманих даних дозволяє виявити вогнища ртутного забруднення й намітити методи їхнього усунення. Разом з тим при високих концентраціях парів ртуті в повітрі всього приміщення (порядку 0,04-0,08 мг/м³) зафіксувати ділянки скупчення фазової ртуті не представляється можливим. У цьому випадку проводиться хімічна обробка всього приміщення для зниження загального фону ртутного забруднення, що дозволяє «виявити» джерела скупчення ртуті. Так, при перепрофілюванні заводу, що робив люмінесцентні лампи, фахівці змогли виявити «депо» ртуті

тільки після декількох хімічних обробок: краплинна ртуть розташовувалася між шарами покриттів підлоги (імовірно, ртуть не була вилучена при демеркуризаціях, проведених на заводі в період його попередньої діяльності). Або, наприклад, при проведенні демеркуризації адміністративного приміщення комерційного підприємства «депо» ртуті було виявлено, також після зниження загального фону ртутного забруднення, за гіпсокартонними панелями стін, для чого потрібен був їхній демонтаж (у цьому випадку витік ртуті був навмисний).

Для здійснення наступного етапу демеркуризації – видалення фазової ртуті – відомо чимало способів: термічний, збір крапель ртуті за допомогою пристосувань із амальгамуючих металів, використання пастки, приєднаної до форвакуумного насосу, застосування лейкопластиру й т.д. Кожний із зазначених способів має як переваги так і недоліки, застосування того або іншого варіанта видалення фазової ртуті визначається характером і ступенем ртутного забруднення приміщення. Принциповим є наступний момент: приступати до наступного, хімічного етапу демеркуризації можна лише після того, як вся фазова ртуть буде зібрана й вилучена на знешкодження. Це обумовлено тим, що при впливі хімічних реагентів, що перетворюють ртуть металеву в її солі, і на поверхні крапель ртуті утворюються «пробки», що перешкоджатимуть продовженню реакції. При механічному впливі така крапля, покрита шаром ртутної солі, знову стає джерелом парів ртуті.

Головним змістом етапу хімічної демеркуризації є правильний вибір препарату для виконання роботи й технології його застосування. Так, наприклад, демеркуризація об'єктів, у яких тривалий час вироблялися роботи із ртуттю і її сполуками, зберігалися ртутьвмісні прилади (заводи, наукові центри, військові об'єкти, об'єкти теплоенергетики й ін.) може бути здійснена тільки з використанням високоактивних, як правило агресивних і токсичних препаратів – галогени й ін. Ця робота виконується з дотриманням відповідних правил безпеки й використанням спеціальних засобів захисту. Разом з тим демеркуризацію об'єктів, забруднення яких обумовлено разовою

протокою ртуті (адміністративні приміщення, навчальні й ін.) доцільно виконувати з використанням більше «м'яких» препаратів, застосування яких не викличе порушень інтер'єра.

Систематичне обстеження об'єктів міського середовища, зокрема приміщень різного призначення, проведене фахівцями, а також багаторічний досвід демеркуризації показують, що наряду з об'єктами високої складності ртутного забруднення (заводи, наукові центри й т.д.) досить поширені об'єкти, де трапилися протоки невеликих кількостей ртуті, наприклад, при руйнуванні медичних термометрів (поліклініки, лікарні, дитячі сади й ін.). Якщо демеркуризація сильно забруднених об'єктів повинна виконуватися професіоналами, що володіють методами роботи з високоактивними, часто газоподібними препаратами, то для очищення приміщень після протоки невеликої кількості ртуті фахівцями розроблений Демеркуризаційний комплект, за допомогою якого робота може бути проведена самими користувачами зруйнованого приладу [15]. Основа Демеркуризаційного комплекту – запатентований препарат «Э – 2000+», що включає сіркоутримуючу речовину, комплексоутворювач і поверхнево-активна речовина. При здійсненні демеркуризації за допомогою препарату «Э-2000+» вхідне в його сполуку поверхнево-активна речовина змочує оброблювану поверхню й диспергує ртутне забруднення в шар композиції, де ртуть вступає в реакцію із сіркоутримуючою сполукою й комплексоутворювачем. У демеркуризаційний комплект входять всі необхідні для проведення роботи матеріали й пристосування: розпилювач, рукавички, серветки, мийний засіб й ін.). Все перераховане вище упаковано в спеціальну сумку, у яку після проведення роботи поміщають забруднені ртуттю й солями ртуті матеріали; далі забезпечує вивіз і знешкодження вищевказаних ртутьвмісних відходів.

Із цією метою була розроблена технологія одержання цементно-люмінофорних блоків (сумішей), що поміщають у спеціальні герметичні мішки з поліетилену, що дозволяє їх транспортувати до місця призначення, де блоки роздрібнюють і люмінофор надходить на переробку.

Експериментальні дослідження із санітарно-гігієнічної оцінки цементно-люмінофорних блоків і технології їхнього одержання, виконані фахівцями НДІ екології людини й гігієни навколишнього середовища Російської академії медичних наук, показали, що при дотриманні умов, що виключають можливість порушення герметичності впакування, цементно-люмінофорну суміш, будучи вторинною сировиною, може перевозитися на будь-які відстані й у будь-які райони.

2.2.3 Демеркуризація транспортних засобів

Досвід проведення демеркуризаційних робіт показує, що в число об'єктів, що забруднюють ртуттю, входять транспортні засоби – залізничні вагони, літаки вертольоти, автомобілі. Негативний вплив ртуті в розглянутих випадках пов'язано не тільки з її токсичністю для людей, але й специфічним впливом ртуті на конструкційні матеріали, наслідок чого є зниження міцності й надійності транспортних засобів. Так, в 70-і роки ХХ століття досить гостро поставлене питання, пов'язане із забрудненням ртуттю літальних апаратів. Ртуть, потрапляючи на деталі, виготовлені з алюмінієвих сплавів, може викликати, по-перше, адсорбційне зниження міцності (ефект Ребиндера) і, по-друге, міжкристалічну корозію матеріалу. Ступінь прояву обох ефектів залежить у багатьох факторів і може варіюватися от незначної корозійної поразки до катастрофічного разупрочнення конструкції. Це викликало необхідність позачергового капітального ремонту або дострокового списання літаків і вертольотів. Проблема ускладнювалася тим, що препарати, ефективні для демеркуризації других об'єктів, наприклад приміщень, виявлялися не придатними, через їхню корозійну агресивність, для очищення от ртуті металевих конструкцій. У зв'язку з вищевказаним минулого розроблені спеціальні сполуки – на основі персульфату калію, тиомочевини й бензолсульфаміду, застосування яких не знижує міцності літакових конструкцій, не викликає корозію авіаційних матеріалів.

Препарати, ефективні для демеркуризації літакових конструкцій, згодом були модифіковані й використовуються в цей час для очищення от ртуті металевих елементів конструкції таких транспортних засобів як автомобілі, залізничні вагони.

Забруднення ртуттю залізничних вагонів, як правило, пов'язане з руйнуванням ртутьвмісних приладів, наприклад, датчиків. Спроби обслуговуючого персоналу впорається із проблемою самотійно, як правило, не дозволяють вирішити проблему – усунути ртутне забруднення конструкції. Краплі ртуті, через їхню високу рухливість, здатності дробиться, попадають у різні зазори; пари ртуті адсорбуються оздоблювальними матеріалами вагона (тканина, пластик і т.д.). Для демеркуризації залізничних вагонів фахівцями розроблені спеціальні препарати, що містять інгібітори корозії для сталевих конструкцій; практика використання цих засобів демеркуризації показала їхню високу ефективність.

Ртутне забруднення автомобілів, у більшості випадків, обумовлено навмисною протокою цієї токсичної речовини з метою завдання матеріальних збитків власникові транспортного засобу й шкоди його здоров'ю. Очищення від ртуті автомобілів ставиться до складних випадків демеркуризації, що забезпечується наступними факторами: пари ртуті можуть потрапити у двигун, звідки разом з повітрям знову надійде в салон і викликати повторне забруднення; у салоні автомобіля є безліч матеріалів, здатних адсорбувати ртутні пари, а потім, при зміні температури, можливе збільшення концентрації пар ртуті в повітрі салону за рахунок процесу десорбції ртуті.

Комплекс робіт з очищення в ртуті автомобілів, відповідно до практики фахівців, припускає, як правило, видалення забруднених ртуттю матеріалів і їхнє знешкодження, хімічну обробку конструкції салону препаратами, що не викликають корозію металу, видалення на знешкодження продуктів перетворення ртуті й надлишку демеркуризаційних препаратів. Через можливість влучення мікроскопічних крапля ртуті в зазори конструкції, як

правило, призначається моніторинг (періодичний контроль) автомобіля, що пройшов демеркуризацію.

2.2.4 Знешкодження територій

Із найбільш складних проблем демеркурзації є знешкодження забруднених ртуттю територій [14]. У будь-якому місті є значна кількість непромислових джерел ртуті, здатної при тих або інших умовах забруднювати великі території.

Все це свідчить у високому ртутному навантаженні на міське середовище й обумовлює необхідність розробки ідеології по реабілітації територій, забруднених ртуттю, і виконання відповідних робіт.

У цьому зв'язку одним зі спрямованих роботи науково-виробничого підприємства є розробка технологій по знешкодженню територій, створення препаратів й устаткування для зазначених цілей. Також як і при очищенні від ртуті приміщень, транспортних засобів і других об'єктів, при демеркуризації територій, на думку фахівців необхідний диференційований підхід до проблеми. Безумовно, на ділянках територій, на яких відбулася аварійна протока ртуті (тобто є фазова ртуть), ґрунт, що містить краплинну ртуть, підлягає вилученню й знешкодженню на спеціальних установках. Як правило, такі зони – спалах ртутного забруднення – відносно невеликі по площі.

У зонах з відносно невеликим ртутним забрудненням (ці зони займають величезні території) можлива хімічна обробка, суть якої становить перетворення ртуті в найбільш стійку, практично нерозчинну сполуку – сульфід ртуті. Переваги пропонованого способу демеркуризації територій полягають у наступному:

- відсутня необхідність у використанні складного устаткування;
- відсутня необхідність у перевезенні забрудненого ртуттю ґрунту (перетворення здійснюється на місці);

- сульфід ртуті, що утвориться в результаті демеркуризації, є природною формою ртуті, тобто ртуть перетвориться в сполуку, з якої вона добувається; стан ґрунту після демеркуризації може бути охарактеризоване в такий спосіб: ґрунт містить вкраплення ртутної руди (сульфід ртуті), що не представляє небезпеки.

Запропонований вище спосіб знешкодження територій не може розглядатися як універсальний. Цю технологію не доцільно застосовувати для демеркуризації, наприклад, дитячого майданчика, забрудненої по тій або іншій причині ртуттю: у цьому випадку ґрунт утримуючий ртуть, повинен бути вилучений і вивезений на знешкодження. Разом з тим для реабілітації територій, на яких розташовані підприємства гірничодобувної промисловості, металургійні комбінати, підприємства хімічної промисловості, зазначений підхід може виявитися єдино прийнятним рішенням проблеми усунення ртутного забруднення. Було встановлено, що швидкість випару ртуті знижується за мірою збільшення щільності рослинності на території, забрудненою ртуттю. Разом з тим слід зазначити, що механізм впливу рослинності на процес демеркуризації територій вимагає подальшого дослідження.

Очевидно, рішення проблеми реабілітації забруднених ртуттю територій, може бути тільки комплексним, і включати детальне обстеження території з метою виділення спалаху максимального забруднення, вилучення ґрунту з фазовою ртуттю й видалення його на знешкодження, хімічну обробку територій з метою мінералізації ртуті, використання рослинного покриву.

2.2.5 Демеркуризація без допомоги фахівців

Демеркуризацію можна зробити за допомогою [14]: демеркуризаційного комплексу, сорбенту.

Засіб для усунення ртутних забруднень: демеркуризаційний комплект дасть можливість оперативно не викликаючи спеціальні служби, усунути невеликі витoki ртуті при руйнуванні ртутьвмісних приладів (медичних термометрів, люмінесцентних ламп, тонометрів і т.п.) [15].

Демеркуризаційний комплект містить:

- сіркоутримуючу речовину, комплексоутворювач, поверхнево-активну речовину;

- матеріали й пристосування: розпилювач, рукавички, серветки, плівка, миючий засіб й ін.;

- спеціальна сумка для впакування забруднених ртуттю матеріалів;

Застосування Комплекту гарантує усунення ртутних забруднень, що становлять 8-10 ПДК (ПДК=0,0003 мг/м³). Засоби, що входять до складу комплекту, не токсичні, не викликають ушкоджень апаратури й устаткування, не вимагає спеціальних мір техніки безпеки при їхньому використанні.

При здійсненні демеркуризації поверхнево-активна речовина, що входить до складу препарату, змочує оброблювану поверхню й деспергує ртутне забруднення в шар композиції, де ртуть вступає в реакцію із сіркоутримуючою сполукою й комплексоутворювачем.

Сорбент призначений для очищення газових викидів від парів ртуті й депонування ртутних забруднень у приміщеннях і ґрунтах. Основою сорбенту є гранульовані активні вугілля марок АР або імпортовані аналоги. Сорбент містить нанесену на робочу поверхню активного вугілля високоактивну аморфну модифікацію сірки, нетоксичний, пройшов успішні досвідчені й дослідно-промислові випробування при очищенні вентиляційних і технологічних газів від парів ртуті на ряді підприємств, показав задовільні якості при депонуванні ртутних забруднень на об'єктах. На сорбент є гігієнічний сертифікат.

По техніко-експлуатаційним і сорбційним властивостям УПР перевершує поглиначі ртуті ХПР-3, ХПР-3М, ХПР-3М.

Після використання для очищення газових викидів от пар ртуті сорбент містить малотоксичні сполуки ртуті, приймається для переробки вітчизняними підприємствами, не вимагає спецконтейнерів при транспортуванні.

Демеркуризаційні заходи допомагають, але не вирішують проблеми, головним рішенням є утилізація ртутьвмісних відходів. Нижче розглянемо можливі способи, зупинившись на самому альтернативному, екологічному й економічному, опишемо схему утилізації ртутьвмісних ламп й утилізацію, рекуперацію відходів – безвідходне виробництво.

2.3 Способи утилізації ртутьвмісних відходів

Відомий спосіб утилізації ртутних ламп, що включає здрибнювання, промивання водою, обробку хімічними реагентами, які перетворюють ртуть у сполуки з низьким тиском пар. Самі сполуки залишаються, як правило, у складі відходів. Таке рішення питання є неостаточним. Крім того, виникає проблема очищення від сполук ртуті води, використовуваної для промивання. Сполуки ртуті, так само як і ртуть, є речовинами підвищеної небезпеки. Такий спосіб утилізації не повертає ртуть у виробництво, а залишає у відходах. [14]

Відомий спосіб термічної утилізації забруднених ртуттю матеріалів, включаючий руйнування ламп, нагрівання матеріалів у герметичній камері, вакуумну дистиляцію парів ртуті, уловлювання парів ртуті в низькотемпературній пастці. У цьому способі металева ртуть збирається в низькотемпературній пастці і її можна після очищення повернути у виробництво. Такий цикл обороту ртуті виглядає найбільш доцільним. Спосіб реалізований в установці УРЛ-2М.

Однак у реалізації в цього способу є недоліки, які заважають у повної мер використати достоїнства методу:

1. Вакуумна технологія не пристосована до переробки брудних, битих ламп, до переробки вологих відходів, до переробки відходів зі змістом пластмас, тому що вакуумна система виходить із ладу як от води, так і при нагріванні пластмас, і от других речовин, компоненти яких засмічують вакуумну систему.

2. Вакуумна технологія рекомендує нагрівання до температур не більше 170°C , вище яких компоненти текстоліту й компаундів засмічують вакуумну систему, а найбільш стійкої сполуки ртуті, зокрема кіновар, каломель, сулема й ін., не розкладаються, і ртуть не випаровується цілком з матеріалів. Крім того, продуктивність такої технології й устаткування обмежена, технологія енергоємна, вимагає для реалізації велика кількість електроенергії, застосування дорогого рідкого азоту. Такий спосіб має значні питомі витрати на утилізацію.

Пропонується спосіб утилізації ртутьвмісних люмінесцентних ламп, що полягає в їхньому руйнуванні, поділі на скlobій, цоколі, ртутьутримуючий люмінофор у потоці повітря з використанням вібрації [16], відрізняється тим, що потік повітря створюють розрідженням $100-10000$ Па, використовують вібрацію в діапазоні $1...10000$ Гц, ртутьутримуючий матеріал, здрібнений до розмірів не більше 1 мм, нагрівають у герметичному об'ємі до температур у діапазоні $600-900^{\circ}\text{C}$, витримуючи при температурі $600-700^{\circ}\text{C}$ не менш 30 хвилин, пари ртуті конденсують в охолодженій пастці й при проведенні всіх процесів забезпечують подвійну герметизацію [14].

Сутність винаходу полягає в тому, що пропонуване технічне рішення (сукупність операцій переробки в технологічних режимах, що рекомендують) дозволяє провести повну утилізацію ртутьвмісних відходів, приладів, переважно люмінесцентних ламп на металеву ртуть, кольоровий метал, скляну сировину й нейтральний будівельний матеріал. Пропонована технологія має оптимальні техніко-економічні параметри.

Проведення поділу компонентів у струмі повітря з перепадом тиску $100-10000$ Па забезпечує відділення летучої пилової фракції від твердих

компонентів люмінесцентних ламп, скла й металевих цоколів. При перепаді тисків менш 1 мм ртутного стовпа повітряний потік не буде несе ртутьутримуючий люмінофор, а створення розрідження більше 1/10 атмосфери недоцільно із за збільшення потужності систем вентиляції й пиловловлення й очищення повітря. У випадку розрідження більше 0,1 атм (10000 Па) разом із ртутьутримуючим люмінофором буде виноситися велика кількість скла, що не містить усередині себе ртуть. Результат досягається в межах зазначених перепадів тисків і відрізняється технічними характеристиками віднесення пилу. У принципі технологія буде працювати й при більших перепадах тисків, але збільшиться витрата електроенергії й у фільтри буде попадати більша кількість скловідходів, які не містять ртуті.

З таблиці 2.1 видно, що при малих тисках поділу склобою й люмінофору не відбувається, тому що й люмінофор і склобій залишаються на місці. І при більших перепадах тисків поділу також не відбувається, тому що й склобій і люмінофор несуться потоком повітря в інше місце й не розділяються. Оптимальний режим повітряного потоку перебуває усередині зазначеного перепаду тиску от 100 Па до 10000 Па.

Таблиця 2.1 – Співвідношення віднесення ртутьутримуючого люмінофора й склобою у складі виносимого повітряним потоком матеріалу

Величина Перепаду тисків	10Па	100Па	1000Па	10000Па	20000Па
Співвідношення маси люмінофора й склобою		90% / 10%		5% / 95%	1% / 99%
Примітка	Ртуть утримуючий матеріал не виносить ртуті	Виноситься 80% усієї ртуті	Виноситься 93% від усієї ртуті	Виноситься 99% від усієї ртуті	Разом люмінофором несеться більша частина склобою

Вібрація в діапазоні частот 1...10000 Гц забезпечує перемішування й найкраще відділення пилової фракції. Створення вібрації в зазначеному діапазоні здійснювалося при вібрації при обертанні вала з ексцентриком (на низьких частотах) і при магніострикції залізного сердечника (при високих частотах). У всьому зазначеному діапазоні частот от 1 до 10000 Гц відділення пилової фракції люмінофора здійснюється досить ефективно. При частотах менш 1 Гц склобій не перемішується. Роботу при частотах більше 10000 Гц не вдалося здійснити через технічні труднощі. Діапазон частот 1-10000 Гц обраний як найбільше технічно досяжний і недорогий (з техніко-економічних міркувань). Після, склобій, алюмінієві цоколі, ртутьутримуючий люмінофор поміщають у герметичні поліетиленові мішки, засипають цементом, демеркуруючим розчином (частково переводять ртуть у сполуки) і транспортують до місця переробки. Такий метод утилізації продуктивний, економічно вигідний, дозволяє повернути у виробництво алюмінієві цоколі й склобій, однак ртуть у даному способі не виділяється з відходів і становить небезпеку при її подальшому зберіганні в складі відходів і транспортуванню.

Найбільш перспективним ефективним, екологічним й економічним, по всіх характеристиках є представлений нижче багатоступінчастий безвідходний, замкнутий спосіб:

Процес переробки заснований на розділенні ламп на головні компоненти: склобій, алюмінієві цоколі, ртутьутримуючий люмінофор. Для очищення повітря, що відводить в атмосферу, застосовується багатоступінчаста система, що послідовно включає: циклон, рукавний фільтр, касетний фільтр, виробничий адсорбер, цеховий адсорбер, санітарний адсорбер. Склобій й алюмінієві цоколі є кінцевими продуктами переробки.

Екологічний аудит показав, що установка повністю відповідає існуючим екологічним вимогам. Використання цієї установки визначається ліцензією, «Екологічним сертифікатом відповідності», «Гігієнічним сертифікатом», а також відповідними документами й сертифікатами на ряд кінцевим продуктів, одержуваних вхід переробки ламп. Як правило, заводи,

що спеціалізуються на утилізації одержуваного в хід переробки люмінесцентних ламп люмінофора, розташовані в інших містах і навіть у других державах.

Для реалізації пропонованого способу була створена експериментальна технологічна лінія. Технологічна лінія складається з наступних вузлів й агрегатів [14]:

1. Дробілка, що являє собою герметизований сталевий об'єм із трубою для подачі люмінесцентних ламп, усередині розташований пристрій для руйнування люмінесцентних ламп, що приводиться в дію електродвигуном, розташованим зовні.

2. Сепаратор, що забезпечує поділ ковпачків, склобою й ртутьотримуючого люмінофора. Частота вібрації при сепарації забезпечується електродвигуном з ексцентриком і становить 50 Гц і погоджена з елементами конструкції.

3. Циклон для вловлювання ртутьотримуючого люмінофора.

4. Система очистки повітря, що містить фільтри для поглинання пилу й фільтри з активованим вугіллям для поглинання залишків пар ртуті.

5. Пристрій для створення розрідження й повітряного потоку, що являє собою крильчатку з електродвигуном. Пристрій настроєний на створення розрідження 1000 Па.

6. Ємності для ковпачків, склобою, люмінофора.

7. Піч, що представляє собою герметичний об'єм, у якому може бути розміщена ємність із люмінофором масою 50 кг. Температура усередині печі може досягати 900°C і створюється електричними нагрівачами. Температура контролюється хромель-алюмелевою термопарою. Піч містить також пастку із системою охолодження. Водяна система охолодження має незалежний контур циркуляції (радіатор, електронасос, охолоджувана пастка). Охолодження може бути комбінованим (вода й рідкий азот).

8. Контроль змісту пар ртуті проводиться приладом АПП-1.

При рекомендованих режимах руйнування ламп ртутьутримуючий матеріал має розміри менш 1 мм і такі розміри є найбільш доцільними для видалення ртуті з люмінофора. При більших розмірах збільшується мінімальний час високотемпературної витримки (пропорційно квадрату розмірів частки). Демеркуризація часток, що мають розміри більше 1 мм, приводить до погіршення економічних показників через збільшення часу витримки при високих температурах і відповідно витрат електроенергії й других матеріальних витрат (часу обслуговування, заробітної плати, зменшенню продуктивності лінії).

Процес видалення ртуті складається з декількох стадій:

- розкладання ртутних сполук,
- дифузія ртуті у твердому об'ємі частки,
- випар ртуті з поверхні частки,
- дифузійне переміщення ртуті в міжчастичному просторі,
- вихід ртуті з пористого об'єму ртутьвмісних відходів, дифузія ртуті в газі,
- конденсація пар у пастці.

Час витримки не менш 30 хвилин пов'язане з кінетикою видалення домішок. При відсутності витримки при температурі вище 600°C ртуть не видаляється. При часі витримки 30 хв ртуть видаляється повністю. Час витримки більше 30 хвилин недоцільно, тому що результат видалення ртуті вже досягнуть, а подальша витримка приводить до непотрібних витрат. Діапазон 30 хвилин при температурі 600°-700°C пов'язаний з тепловий інерційністю печі й менше бути не може при даних об'ємах завантаження, потужності нагрівачів печі, теплоізоляції.

Діапазон температур зв'язаний з наступними явищами:

1. При температурах більше 300°C ефективно видаляється металева ртуть, що має тиск парів 1 атмосфера вже при 360°C. Однак найбільш стійкі сполуки ртуті, зокрема кіновар, каломель, сулема й ін., не розкладаються, і ртуть не випаровується цілком з демеркуризуємих матеріалів. Аналізи

сполуки ртутьутримуючих матеріалів показують, що при нагріванні до температур нижче 600°C сполуки ртуті не розкладаються й ртуть залишається в матеріалах.

2. При температурах 600-900°C сполуки ртуті розкладаються й ртуть віддається з матеріалів повністю.

3. Вище 900°C нагрівати матеріал недоцільно через підвищені витрати енергії й ускладнення конструкції печі.

Пропонована технологія спрямована на повну утилізацію всіх компонентів. Подвійна герметизація:

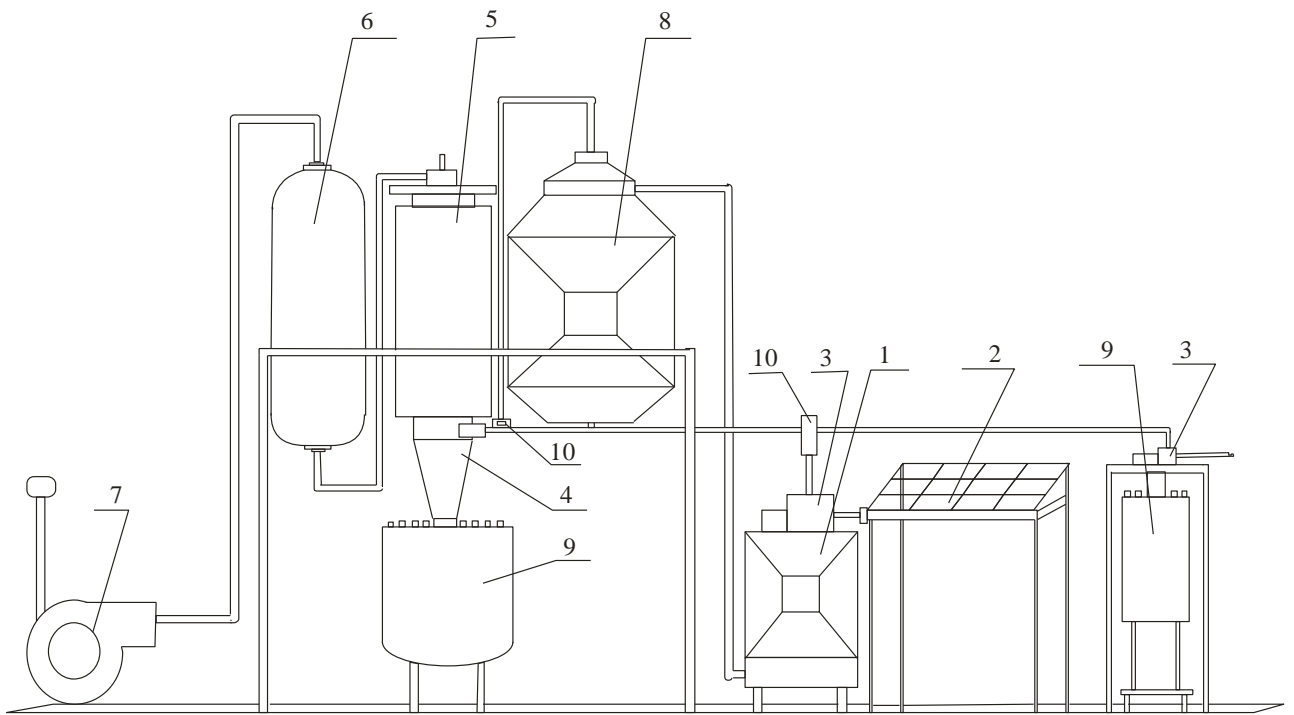
- герметизація всіх вузлів технологічного устаткування;
- окрема герметизація всієї технологічної лінії від робітника приміщення забезпечує підвищену безпеку проведення всього процесу.

2.3.1 Технологічна установка утилізації ртутьвмісних ламп

Характеристики: відпрацьовані лампи 1200 шт/час, скло здрібнене 250-280 кг/час, люмінофор 15-18 кг/час, цоколі 5кг/час, енергоспоживання: електроенергія 9кВт/час.

Установка призначена для руйнування ртутьвмісних ламп, трубок, пальників, термометрів і других скляних приладів із ртутним наповненням і поділу їх на скляний бій, лом чорних і кольорових металів і люмінофор, що збирають роздільно в транспортні технологічні збірники для наступного перевезення, переробки й утилізації [14].

На рисунку 2.1 видно, як ртутьвмісні відходи (люмінесцентні лампи, трубки, пальники, бактерицидні лампи, термометри й скляні прилади із ртутним наповненням (не зруйновані) доставляються до установки, поділу компонентів у спеціальній тарі для збору, зберігання й транспортування. герметично утилізуються, якісно очищується повітря не забруднюючи навколишнє середовище.



1 - пневмо-вібраційний сепаратор; 2 - вузол завантаження; 3 - пневмо-ударний змільчувач; 4 – циклон; 5 - фільтр тонкого очищення; 6 - адсорбер; 7 - газодувка; 8 - проміжний збірник скляного бою; 9 - транспортно-технологічний збірник люмінофору; 10 - запорна арматура

Рисунок 2.1 – Технологічна установка утилізації ртутьвмісних ламп

Прямі ртутьвмісні лампи вивантажуються на стіл вузла автоматичного завантаження 2, звідки при відкритті повітряного клапана засмоктуються в пневмо-вібраційний сепаратор 1. Відкриття повітряного клапана здійснюється по досягненню в сепараторі необхідної величини розрядження. Подача других ртуть утримуючих відходів здійснюється поштучно вручну.

Скляний бій і лом чорних і кольорових металів розділяються на вібруючій решітці сепаратора 1.

Із сепаратора повітря з високим змістом ртутьутримуючого люмінофору й дрібного скляного пилу надходить у циклон 4, де основна маса люмінофора (99%) відокремлюється й надходить у транспортно-технологічний збірник люмінофора 9. У цей же збірник збирається частина люмінофора, що залишилася після проходження фільтра тонкого очищення

5. Очищений від зважених часток повітря надходить в адсорбер 6, де проходить хімічне очищення від парів ртуті на активованому вугіллі, імпрегнованому сіркою. Очищений до ПДК населених місць повітря ($0,0003 \text{ мг/м}^3$) через газодувку 7 викидається в атмосферу.

Для відходів з високим змістом ртуті (пальника, ламп типу ДРЛ, натрієвих, бактерицидні лампи, термометри, інші скляні прилади із ртутним наповненням) призначений додатковий пневмо-ударний подрібнювач 3 зі збірником 9. У цьому випадку здрібнені відходи не надходять у пневмовібраційний сепаратор 1, а безпосередньо з подрібнювача 3 потрапляють у транспортно-технологічний збірник відходів з високим змістом ртуті 9. Проміжний збірник 8, виключається із системи.

Перевагою цього способу утилізації є, те що вона забезпечує комплексність, а саме забезпечує, закритий цикл, тому що оснащена схемою термічного знешкодження ртуть утримуючих відходів представленою в наступному пункті, див. (рисунок 2.2 Установа термічного знешкодження ртутьвмісних відходів).

2.3.2 Технологія термічного знешкодження ртутьвмісних відходів

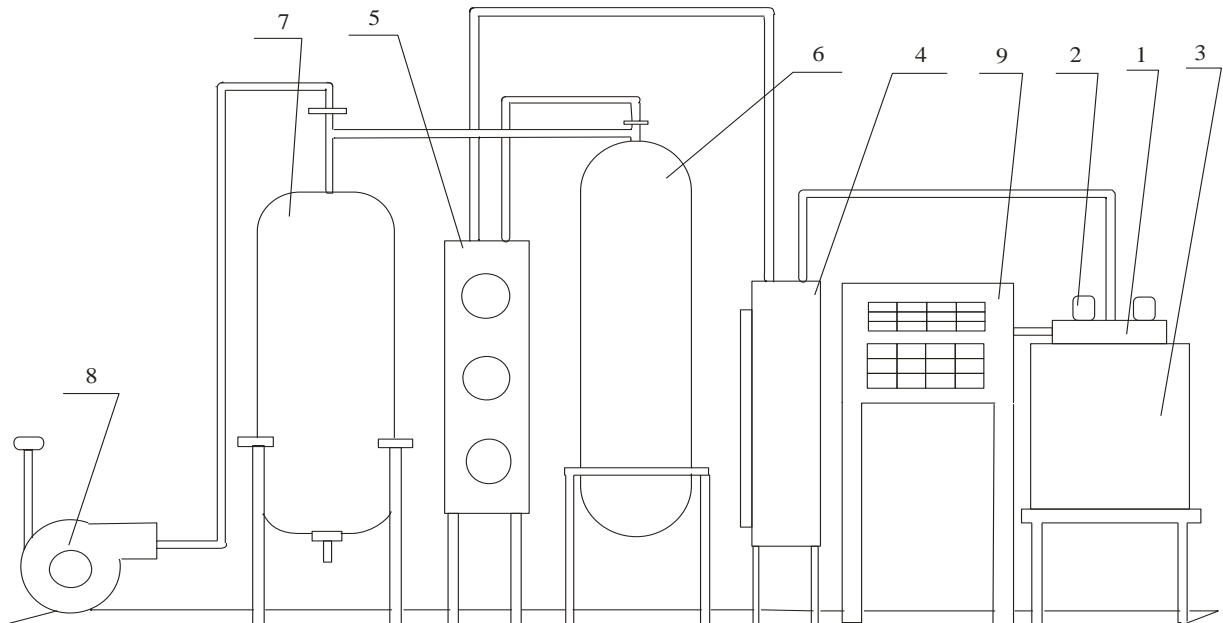
Характеристики: люмінофор 100 кг за 8 годин, бій термометрів, пальників, бактерицидних ламп, скляних приладів із ртутним наповненням 100 кг за 4 години. Ртутьутримуючі землі, сипучі матеріали 100 кг за 8 годин. Бій люмінесцентних ламп, забруднене скло 80 кг за 4 години. Лом чорних і кольорових металів 20кг/час, займана площа 20 м². Електроенергія 12кВт/час.

Установа призначена для термічної демеркуризації люмінофора, пальників ламп типу ДРЛ, термометрів, приладів із ртутним наповненням, забруднених ртуттю земель, матеріалів, відходів виробництва й других попередньо відсортованих відходів, що надходять на переробку в спеціальних транспортно-технологічних збірниках.

Крім люмінофору й здрібнених відходів з високим змістом ртуті в транспортно-технологічні збірники збираються й знешкоджуються:

- відпрацьований сорбент;
- бій ртутьвмісних ламп;
- забруднені землі й будівельні матеріали;
- продукти демеркуризаційних заходів (за винятком коррозійнонебезпечних).

На рис. 2.2 представлено технологічну установку термічного знешкодження ртутьвмісних відходів, що включає вузол регульованого нагрівання й систему охолодження технологічних газів. Установка дозволяє якісно повернути ртуть у виробництво, повністю знешкоджуючи ртуть утримуючі відходи і покращує умови праці обслуговуючого персоналу.



1 - збірник люмінофору; 2 - нагрівальні тенти; 3 - теплоізоляційний кожух; 4 - трубчастий теплообмінник; 5 - холодильний агрегат; 6 - теплообмінник технологічний газ-хладогент; 7 - адсорбер; 8 - газодувка; 9 - електрощит.

Рисунок 2.2 - Технологічна установка для термічного знешкодження ртутьвмісних відходів

На підставку з теплоізолюючим дном встановлюється транспортно-технологічний збірник ртутьвмісних відходів 1. У залежності від типу збірника й, відповідно, що перебувають у ньому ртутьвмісних відходів, у патрубках верхньої частини збірника вставляються відповідні по потужності й температурі нагрівальні елементи туди 2. Збірник теплоізолюється припасованим до стінок круглим теплоізоляційним кожухом 3. Збірник з'єднується з апаратами системи охолодження технологічних газів 5 і підключається до системи електропостачання 9.

В якості першого ступеню використовується трубчастий теплообмінник 4, що обдуває повітрям. Поверхня теплообміну $1,6 \text{ м}^2$. У теплообміннику температура технологічних газів знижується до $15-60^\circ\text{C}$, у залежності від температури охолодного повітря.

Як наступний ступінь охолодження використовується холодильний агрегат 5. На виході з холодильного агрегату температура технологічних газів становить $-10, -15^\circ\text{C}$, що забезпечує більш повну конденсацію ртуті. Перед подачею на адсорбер 7 технологічні гази нагріваються до $t +10 - +20^\circ\text{C}$, що досягається в протivotочному теплообміннику «гарячий технологічний газ – холодний технологічний газ» 6. Після адсорбера 7, з активованим вугіллям, імпрегнованим сіркою, через газодувку технологічні гази видаляються в атмосферу. Зміст парів ртуті у видалених газах, що, не повинне перевищувати ПДК для населених місць.

На жаль утилізація сприяє, але не вирішує цієї ртутної проблеми. Нижче надані заходи, за рішенням як на локальному, так і на глобальному рівні, проблему ртутної безпеки, одну із пріоритетних екологічних, медичних і соціальних проблем.

2.4 Заходи на державному рівні

Інформування про ризики негативного впливу люмінесцентних ламп і сполук ртуті можна було б удосконалити за допомогою таких наступних

заходів, як:

а) підвищення інформованості керівних і директивних органів про негативний вплив ртуті і її сполук;

б) посилення просвітницької роботи й підвищення інформованості й поінформованості громадськості про вплив ртуті й сполук ртуті на здоров'я людини й навколишнє середовище, а також про наявні замінники ртуті, які можна було б використати з метою зменшення впливу й скорочення або припинення викидів і вивільнення ртуті, при звертанні особливої уваги таким уразливим групам населення, як корінні народи, жінки й діти, працівники й групи населення, що живуть у місцях розташування промислових і гірничодобувних підприємств й т.п.;

в) сприяння розробці спеціальних курсів для школярів і навчальних програм для працівників підприємств, на яких переробляється й використовується ртуть;

г) створення інформаційно-координаційного механізму для поширення інформації про ртуть, наприклад інформації про стратегії регулювання ризиків, що відповідають замінникам і витратах на їхнє впровадження, і забезпечення безперешкодного доступу до такої інформації, особливо для країн, що розвиваються, і країн з перехідною економікою;

д) створення мережі, у рамках якої уряди й інші суб'єкти діяльності могли б обмінюватися інформацією про поточні ініціативи й зусилля, що вживаються на національному, регіональному й міжнародному рівнях з метою зменшення або виключення негативного впливу ртуті;

е) забезпечення інформованості широких верств населення про ризики впливу ртуті шляхом надання консультацій по вживанню в їжу тих або інших видів риби й використання інших методів поширення інформації. Розширення пропагандистських й інформаційних заходів для підвищення поінформованості уразливих груп населення, таких як корінні народи, вагітні жінки й діти, про ризики впливу ртуті;

ж) підвищення інформованості про ризики, пов'язаних з акумулюванням ртуті з різних геологічних джерел й її нагромадженням у біосфері;

з) підвищення інформованості про стійкість ртуті й можливості її переносу й перетворення, а також її здатності акумулювання в харчових ланцюжках.

Заходи щодо заміщення продуктів і процесів, що містять або використовують ртуть, могли б включати:

а) обмеження або недопущення використання ртуті у виробках і продуктах у тих випадках, коли існують альтернативи ртуті, і сприяння розробці відповідних альтернатив для їхнього використання в рамках основних видів, що залишилися, застосування;

б) обмеження або недопущення використання застарілої технології й введення вимоги щодо використання найкращих наявних методів і найбільш екологічних видів практики з метою скорочення або запобігання викидів ртуті в атмосферу і воду;

в) поступова відмова від уже застосованої ртуті й ртутьвмісних продуктів після вживання заходів по розробці ефективних і недорогих замінників ртуті й альтернативних технологій.

2.5 Рекомендації безпечного користування з ртутьвмісними лампами

1. Персонал, зайнятий збором, зберіганням, транспортуванням, здачею й прийомом ртутьвмісних ламп, повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту [17-21].

2. До робіт допускаються особи, ознайомлені із симптоматикою можливих гострих отруень, що пройшли інструктаж з техніки безпеки.

3. Передача на утилізацію відпрацьованих люмінесцентних ламп забезпечується спеціалізованою організацією при наявності паспорта й

дозволу (ліцензії). Транспортування забезпечується навчанням персоналу і спеціально обладнаним транспортом, що виключає ушкодження.

4. У процесі збору відпрацьовані люмінесцентні лампи сортуються по діаметру, і довжині, звільняються від індивідуальних картонних упакувань і встановлюються в контейнерах вертикально.

5. Зберігання повинне здійснюватися в приміщенні, у герметизованій тарі (сталевих бочках, контейнерах).

6. Відпрацьовані люмінесцентні лампи варто захищати від прямих сонячних променів, атмосферних опадів і механічних ушкоджень.

7. У сховищі обов'язкова наявність приточно-витяжної вентиляції.

8. При виникненні аварійної ситуації, щоб уникнути витоку ртуті, необхідно передбачити використання емальованих піддонів.

9. Для обробки місць витоку ртуті необхідно передбачити запас реактивів марганцевокислого калію (на 10л води 100м перманганату калію й 50 мг соляної кислоти).

10. Контейнер для зберігання відпрацьованих ламп необхідно встановлювати на твердій поверхні, покриття якої повинне бути стійким до хімічних впливів і не допускати сорбції шкідливих речовин.

11. У місцях зберігання відпрацьованих люмінесцентних ламп заборонене зберігання будь-яких других матеріалів, прийом їжі. Допуск у приміщення обмежений.

2.6 Розрахунок нормативно припустимих об'ємів утворення відходів підприємства

Розрахунок нормативно припустимої кількості відпрацьованих люмінесцентних ламп проводиться по формулі:

$$VN = n \cdot T_p \cdot \Phi / TN, \quad (2.1)$$

де n – кількість ламп на підприємстві – 2250 шт., у т.ч.:

LF-20 – 347 шт.;

LF-40 – 1512 шт.;

LF-80 – 390 шт.;

T_p – середній час роботи за добу:

LF-20- t_p = 8 год.;

LF-40- t_p = 4 год.;

LF-80- T_p = 2,5 год.

Φ - число робочих днів у році – 253 дн;

TN – нормативний термін служби лампи:

LF-20 – 18000 год.;

LF-40 – 16000 год.;

LF-80 – 14000 год.

Річний об'єм відходу дорівнює:

$$VN1 = 347 \cdot 8 \cdot 253 / 18000 = 39 \text{ шт.}$$

$$VN2 = 1512 \cdot 4 \cdot 253 / 16000 = 96 \text{ шт.}$$

$$VN2 = 390 \cdot 2.5 \cdot 253 / 14000 = 18 \text{ шт.}$$

$$VN = 39 + 96 + 18 = 153 \text{ шт.}$$

2.7 Розрахунок концентрації ртуті при потенційному забрудненні

Як було зазначено раніше, 1 люмінесцентна лампа потужністю 18 Вт містить 15 мг ртуті. Таким чином, можна розрахувати кількість ртуті, яка міститься в люмінесцентних лампах, які щорічно накопичуються на території підприємств Запорізької області (табл. 4.1). За підрахунками загальна

кількість ртуті становить 512,39 г. Теоретично, у випадку вільного накопичення люмінесцентних ламп така кількість ртуті може потрапити у навколишнє середовище. Відомо, що при переробці ламп можна виділити 90–92% ртуті і лише 70% ртуті можна використовувати як вторинну сировину. Отже, при утилізації всіх люмінесцентних ламп, які накопичуються у Запорізькій області за 1 рік, можна отримати близько 360 г ртуті для повторного використання.

Використовуючи наведені дані, можна також розрахувати концентрацію парів ртуті при потенційному забрудненні приміщень кафедри загальної гігієни та екології Запорізького державного медичного університету (навчальні аудиторії та викладацькі приміщення) внаслідок порушення цілісності люмінесцентних ламп (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Розрахунок можливої концентрації парів ртуті у приміщення кафедри загальної гігієни та екології Запорізького державного медичного університету

№ аудиторії	Об'єм приміщення, м ³	Кількість люмінесцентних ламп, шт.	Вміст ртуті у лампах, мг	Концентрація парів ртуті, мг/м ³
7104	66	12	180	2,73
7105	75	8	120	1,60
7312	60	8	120	2,0
7313	66	8	120	1,82
7307	39	8	120	3,07
7306	24	8	120	5,0
7305	30	4	60	2,0
7303	36	4	60	1,66
7302	30	4	60	2,0
7301	36	4	60	1,66
7300	30	4	60	2
7315	207	24	360	1,74
7314	207	36	540	2,61



Рисунок 2.3 – Потенційна концентрація парів ртуті у різних приміщеннях

Гранично допустима концентрація парів ртуті у повітрі складає 0,0003 мг/м³.

Отже, з графіка (рис. 2.3) видно, що в усіх навчальних та викладацьких аудиторіях можливе значне перевищення концентрації парів ртуті, що є досить небезпечним та шкідливим для студентів та викладачів і може викликати погіршення самопочуття чи здоров'я.

Таким чином, варто вжити заходів для безпечного функціонування ламп без ймовірності їх руйнування і потрапляння парів ртуті у приміщення.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Одним з важливих засобів запобігання нещасним випадкам на виробництві є систематична, доцільно-спрямована пропаганда охорони праці на виробництві. Вона полягає у пробудженні та підтриманні зацікавленості до охорони праці; переконанні працюючих у необхідності того чи іншого заходу з охорони праці; популяризації нових засобів створення безпечних і нешкідливих умов праці. Це як правило розповідь, демонстрація зразків, ознайомлення з безпечними технологіями тощо. На досліджуваному об'єкті ДУ «Запорізький обласний лабораторний центр» МОЗ України в кожному структурному підрозділі знаходяться план евакуації, куточки з техніки безпеки, інструкції та плакати.

Проаналізуємо умови праці для відділення організації санітарно-гігієнічних досліджень.

В якості об'єкта дослідження є приміщення (рис. 3.1), яке знаходиться на 2 поверсі адміністративної будівлі. Загальна площа приміщення складає 48 м², висота – 3,5 м, приміщення має 4 вікна. У приміщенні розташовано 5 персональних комп'ютерів (ПК), розміщені 5 письмових столів, шафа для зберігання документів.

Кількість працюючих в приміщенні 5 чоловік. Отже, на одного працюючого в приміщенні припадає:

$$48 : 5 = 9,6 \text{ м}^2/\text{чол. робочої площі.}$$

Згідно із СніП 2.09.04-87 на кожного працюючого в приміщеннях повинно припадати не менше 4,5 м²/чол., а якщо використовується комп'ютерна техніка – 6 м²/чол. робочої площі. Висота приміщення – не

менше 2,5 м. Отже, нормативи розмірів та забезпечення працюючих робочою площею дотримано.

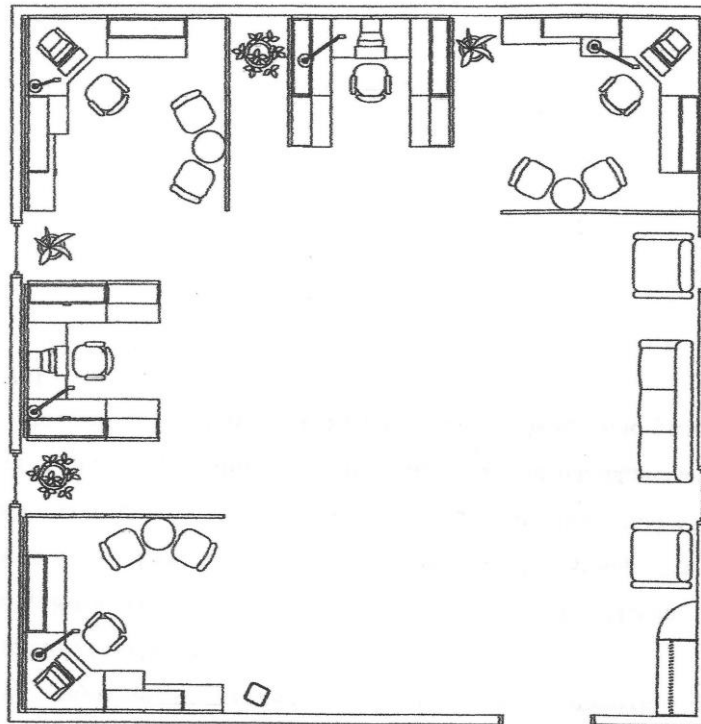


Рисунок 3.1 – План приміщення

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори по природі виникнення поділяються на фізичні, хімічні, психофізіологічні, біологічні [22].

В приміщенні на еколога можуть негативно діяти наступні фізичні фактори: підвищена або знижена температура повітря; надмірна запиленість повітря; підвищена або знижена вологість повітря; недостатня освітленість робочого місця; перевищуючі припустимі норми шуму; підвищений рівень іонізуючого випромінювання; підвищений рівень електромагнітних полів; підвищений рівень статичної електрики; небезпека ураження електричним струмом; бляклість екрана дисплея.

До хімічних факторів, що постійно діють на еколога, відноситься – виникнення в результаті іонізації повітря при роботі комп'ютера активних часток.

До психофізіологічних факторів можна віднести наступні: перенапруження зорового аналізатора; нервово-емоційне напруження; розумове напруження.

Біологічні фактори в даному приміщенні відсутні.

Значення параметрів, які характеризують санітарно-гігієнічні умови праці в аналізованому структурному підрозділу, зведемо в підсумкову таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Санітарно-гігієнічні умови праці в відділенні організації санітарно-гігієнічних досліджень

Параметр	Значення параметру		Нормативний документ
	фактичне	нормативне	
1. Освітленість штучна, лк	350	500	ДБН В.2.5-28-2006
2. Значення коефіцієнта природного освітлення, %	1,38	1,15	ДБН В.2.5-28-2006
3. Температура повітря, °С:			
Взимку	21	21÷25	ГОСТ 12.1.005-88
Влітку	23	22÷28	ГОСТ 12.1.005-88
4. Відносна вологість повітря, %:	45	40-60	ГОСТ 12.1.005-88
5. Швидкість руху повітря, м/с	0,1-0,2	< 0,1	ГОСТ 12.1.005-88
6. Кратність повітрообміну, м ³ /год	3,06	2-7	СНіП 2.09.04-87

Отже аналізуючи дані таблиці 3.1, можна відмітити, що санітарно-гігієнічні умови праці у відділенні, крім освітлення, є добрими, так як основні параметри знаходяться в межах норми, або є максимально наближеними до неї.

3.2 Заходи з поліпшення умов праці

Виробнича діяльність еколога змушує його зазнавати недолік у рухливості й активній фізичній діяльності. Щоб виключити виникнення захворювань необхідно мати можливість вільної зміни поз. Необхідно дотримувати режим праці і відпочинку з перервами, заповнюваними «відволікаючими» м'язовими навантаженнями на ті ланки опорно-рухового апарату, що не включені в підтримку основної робочої пози.

Антропологічні характеристики людини визначають габаритні і компоновані параметри його робочого місця, а також вільні параметри окремих його елементів.

Робоче місце повинне займати площу не менш 6 м^2 , висота приміщення повинна бути не менш 4 м, а обсяг – не менш 20 м^3 на одну людину. Висота над рівнем підлоги робочої поверхні, на якій працює еколог, повинна складати 720 мм. Бажано, щоб робочий стіл еколога при необхідності можна було регулювати по висоті в межах 680-780 мм. Оптимальні розміри поверхні столу $1600 \times 1000 \text{ мм}^2$. Під столом повинен бути простір для ніг з розмірами по глибині 650 мм. Робочий стіл повинен також мати підставку для ніг, розташовану під кутом 15° до поверхні столу. Довжина підставки 400 мм, ширина – 350 мм. Віддаленість клавіатури від краю столу повинна бути не більш 300 мм, що забезпечить зручну опору для передпліч. Відстань між очима людини й екраном монітора повинна складати 40-80 см.

Робочий стілець повинен бути оснащений підйомно-поворотним механізмом. Висота сидіння повинна регулюватися в межах 400-500 мм. Глибина сидіння повинна складати не менш 380 мм, а ширина – не менш 400 мм. Висота опорної поверхні спинки не менш 300 мм, ширина – не менш 380 мм. Кут нахилу спинки стільця до площини сидіння повинен змінюватися в межах $90-110^\circ$.

3.3 Виробнича санітарія

Для створення і автоматичної підтримки в приміщенні оптимальних значень температури та вологості повітря в холодну пору року використовується водяне опалення, в теплу пору року застосовується кондиціонування повітря. Кондиціонер є вентиляційною установкою, яка за допомогою приладів автоматичного регулювання підтримує в приміщенні задані параметри повітряного середовища [22].

При виконанні зорових робіт високої точності загальна освітленість повинна складати 500 лк, а комбінована – 750 лк. При цьому все поле зору повинне бути освітлено достатньо рівномірно – це основна гігієнічна вимога [23].

У зв'язку з тим, що природне освітлення приміщення здійснюється через віконні отвори і є дуже слабким, на робочому місці має застосовуватися також штучне освітлення. Штучне освітлення створюють електричним джерелом світла, яке включають в міру необхідності, регулюють інтенсивність світлового потоку і його спрямованість.

Додаткове штучне освітлення застосовується не тільки в темний, але і в світлий час доби. У якості джерела штучного освітлення звичайно використовуються люмінесцентні лампи типа ЛБ, або ДРЛ, які попарно об'єднуються в світильники, які повинні розташовуватися рівномірно над робочими поверхнями [23].

Рівень шуму, створюваний друкованими пристроями, розмножувальною технікою, обладнанням для кондиціонування повітря, вентиляторами систем охолодження, є одним з несприятливих факторів виробничого середовища.

Тривала дія шуму високої інтенсивності призводить до патології слухового органу та негативно впливає на нервову систему. Шум призводить до швидкої стомлюваності людини, що в свою чергу веде до виробничих помилок.

Рівень шуму на робочому місці не повинен перевищувати 60 дБА. Для того, щоб домогтися цього рівня шуму рекомендується застосовувати звукопоглинаюче покриття стін.

Зниження шуму можна забезпечити установкою в приміщеннях устаткування, що робить мінімальний шум, раціональним плануванням приміщення.

Основним джерелом електромагнітного випромінювання та електричного поля є дисплеї (монітори). Вони являють собою джерела найбільш шкідливих випромінювань, що несприятливо впливають на здоров'я людини. Електромагнітне поле має електричну і магнітну складову. Вважається, що магнітна складова викликає велику реакцію, ніж електрична.

ПК є джерелами таких випромінювань як: м'якого рентгенівського; ультрафіолетового 200-400 нм; видимого 400-700 нм; ближнього інфрачервоного 700-1050 нм; радіочастотного 3 кгц-30Мгц; електростатичних полів.

Ультрафіолетове випромінювання корисне в невеликих кількостях, але у великих дозах приводить до дерматиту шкіри та головного болю. Інфрачервоне випромінювання приводить до перегріву тканин людини (особливо хрусталика ока), підвищенню температури тіла. Рівні напруженості електростатичних полів повинні складати не більш 20 кв/м. Поверхневий електростатичний потенціал не повинен перевищувати 500 В. При підвищеному рівні напруженості полів варто скоротити час роботи за комп'ютером, робити п'ятнадцятихвилинні перерви на протязі півтори годин роботи і, звичайно ж, застосовувати захисні екрани. Захисний екран, виготовлений із дрібної сітки або скла, збирає на собі електростатичний заряд. Для зняття заряду екран монітора заземлюють.

Може виникнути небезпека по рівнях напруженості електромагнітного поля (ЕМП). На відстані 5-10 см від екрана і корпусу монітора рівні напруженості можуть досягати 140 В/м по електричній складовій, що значно перевищує припустимі значення СанПіН 2.2.2. 542-96.

При підвищеному рівні напруженості полів слід скоротити час роботи за комп'ютером, робити п'ятнадцятихвилинні перерви протягом півтора годин роботи, обов'язково застосовувати захисні екрани, не розміщувати їх концентровано в робочій зоні і вимикати їх, якщо на них не працюють.

Для безпечної роботи на ПК необхідно перебувати на відстані не менше 50 см від екрана дисплея. Для зниження впливу всіх видів випромінювання рекомендується застосовувати монітори із зниженим рівнем випромінювання, встановлювати захисні екрани, а також дотримуватися регламентованих режимів праці та відпочинку.

На протязі роботи на корпусі комп'ютера накопичується статична електрика. На відстані 5-10 см від екрана напруженість електростатичного поля складає 60-280 кв/м, тобто в 10 разів перевищує норму 20 кв/м. Для запобігання утворення та захисту від статичної електрики необхідно використовувати нейтралізатори та зволожувачі, а підлоги повинні мати антистатичне покриття.

3.4 Заходи з електробезпеки

За небезпекою ураження електричним струмом приміщення належить до приміщень без підвищеної небезпеки ураження електричним струмом працюючих. Напруга джерела живлення комп'ютерів у приміщенні – 220 В.

Основними причинами поразки працівників приміщення електричним струмом на робочому місці можуть бути:

- поява напруги дотику на металевих конструктивних частинах комп'ютера у результаті пошкодження ізоляції;
- несправність розетки;
- пошкодження ізоляції дротів комп'ютера;
- порушення правил експлуатації техніки;
- заборонене використання електричних приладів, таких як електричні плити, чайники, обігрівачі.

Основними заходами запобігання ураження електричним струмом в приміщенні є захист від дотику до частин електрообладнання, що знаходяться під напругою, застосування малих напруг, захисного заземлення і відключення, а також організаційні заходи [24].

Заземлення корпусу ПК забезпечено підведенням жили, що заземлює, до живильних розеток. Опір заземлення 4 Ом, згідно ПУЕ для електроустановок з напругою до 1000 В.

Основними організаційними заходами є інструктаж і навчання безпечним методам праці, а також перевірка знань правил безпеки й інструкцій відповідно до займаної посади стосовно до виконуваної роботи.

При проведенні незапланованого і планового ремонту обчислювальної техніки виконуються наступні дії: відключення комп'ютера від мережі та перевірка відсутності напруги. Після виконання цих дій проводиться ремонт несправного устаткування. Якщо ремонт проводиться на струмоведучих частинах, що знаходяться під напругою, то виконання роботи проводиться не менш чим двома особами з застосуванням електрозахисних засобів.

3.5 Заходи з пожежної та техногенної безпеки

Аналізоване приміщення за небезпекою виникнення пожежі відповідно до ОНТП 24-86 відноситься до категорії В (пожежонебезпечні – в ньому наявні легкозаймисті речовини – папір, дерево) [25].

Можливими причинами пожежі можуть бути: коротке замикання в електричній мережі; займання паперу, дерева через необережне поводження з вогнем; розповсюдження вогню з сусідніх приміщень.

Для попередження пожежі на стелі розміщена пожежна сигналізація, а також встановлені два вуглекислотні вогнегасники типу ВВ-2.

Для швидкого сповіщення пожежної охорони при виникненні пожежі в приміщенні використовується електрична пожежна сигналізація. Система електричної пожежної сигналізації виявляє пожежу на початковій стадії і

сповіщає про місце її виникнення, а також автоматично включає стаціонарні установки гасіння пожеж.

Автоматичні оповісники здійснюють посилку сигналу при різних ознаках. Комбіновані теплові та димові оповіщувачі типу КИ-1 мають чутливий елемент у вигляді іонізуючої камери (реагування на дим) і терморезистори (реагування на теплоту). Температура спрацювання цих оповісники 50-80 °С, площа обслуговування 100 м². Автоматичне сповіщення продубльоване кнопковим.

Для запобігання виникненню пожежонебезпечних ситуацій впроваджується комплекс організаційних та технічних заходів, які спрямовані на забезпечення безпеки людей, на запобігання пожеж, обмеження їх розповсюдження, а також на створення умов для успішного гасіння пожеж [29]. Таким заходами є:

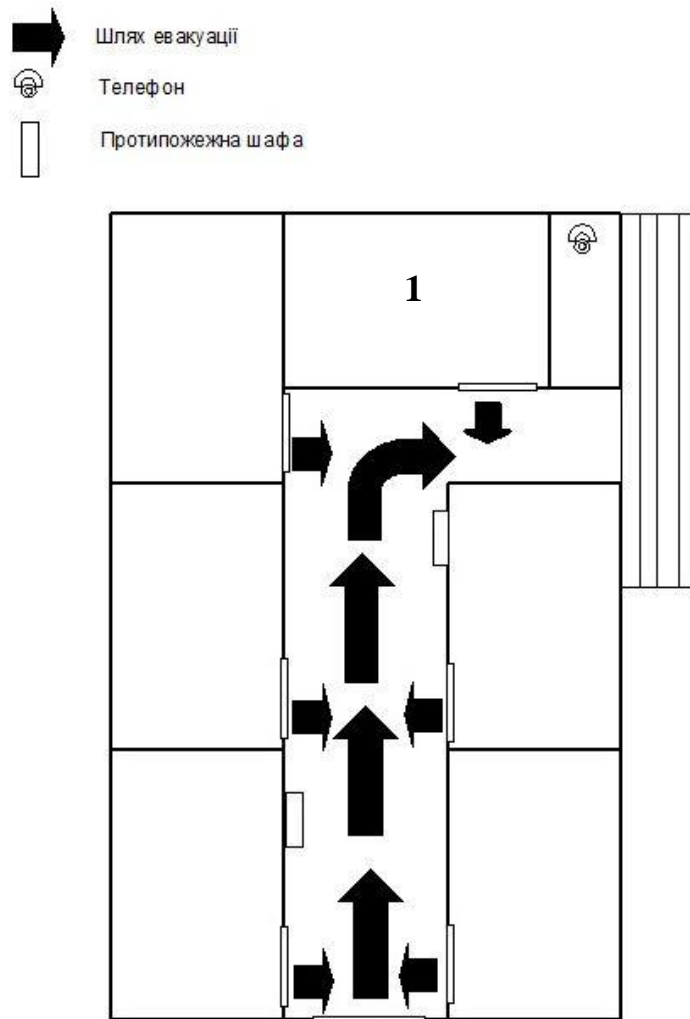
- організаційні – використання приладів, інструменту, паяльників за призначенням, дотримання робочих в належному порядку, проведення інструктажу (щомісячного, квартального, позачергового);
- технічні – дотримання правил протипожежної безпеки при проектуванні, проведенні проводки, опалення, вентиляції, освітлення, та розміщення обладнання;
 - режимного характеру – заборона куріння в недозволених місцях;
 - експлуатаційні – своєчасні профілактичні огляди, ремонти та випробовування.

В випадку виникнення пожежі перш за все потрібно відключити джерело живлення, сповістити про пожежу в пожежну частину. Евакуювати сторонніх людей, які могли опинитися в небезпечній зоні і лише після цього приступити до гасіння пожежі і рятування цінного обладнання.

Будівля, в якій знаходиться наше приміщення обов'язково має резервний вихід на випадок екстреної евакуації працівників і неможливістю використання основного виходу. Ширина проходів коридорів, дверей, сходових маршів та площадок нормується згідно СНіП 2.09.02-85

«Производственные здания промышленных предприятий». Евакуаційні шляхи дозволяють усім працівникам своєчасно покинути приміщення при виникненні пожежі.

План евакуації працівників та матеріальних цінностей на випадок пожежі приведений на рис. 3.2.



1 – відділення організації санітарно-гігієнічних досліджень

Рисунок 3.2 – План евакуації персоналу у разі виникнення пожежі

3.6 Розрахунок загального освітлення робочого приміщення

Природне освітлення приміщення здійснюється через віконні отвори і є дуже слабким, тому що поблизу є високі дерева, які закривають небосхил,

зменшуючи природну освітленість. Тому на робочому місці застосовується також штучне освітлення.

У приміщеннях висотою до 6 м рекомендується застосовувати люмінесцентні лампи, основною якістю яких є висока світловіддача (до 75 лм/вт), термін служби до 10 000 годин, хороша передача кольору, низька температура.

У якості джерела штучного освітлення у приміщенні використовуються люмінесцентні лампи типу ЛТБ-40-4 (люмінесцентна лампа тепло-білого кольору) по чотири лампи в кожному світильнику, які попарно об'єднуються в світильники та розташовуються над робочими поверхнями. У приміщенні розміщено 4 світильника.

При роботі з ПК категорію виконуваних робіт можна віднести до робіт дуже високої точності з присвоєнням розряду Пв.

Необхідно визначити кількість світильників для забезпечення нормованої освітленості E_{\min} і потужність освітлюваної установки.

У відповідності з розрядом зорових робіт освітленість робочої поверхні приймається $E_{\min} = 300-500$ лк.

Визначимо індекс приміщення за наступною формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{(A + B) \cdot h} \quad (3.1)$$

де A і B – довжина та ширина приміщення, м;

h – висота підвісу світильників над розрахунковою поверхнею, м.

Довжина приміщення – 8 м, ширина – 6 м, висота – 3,5 м.

Розрахункова висота:

$$h = H - h_p, \quad (3.2)$$

де H – геометрична висота приміщення;

h_p – висота робочої поверхні, $h_p = 1,0$ м.

Тоді

$$h = 3,5 - 1 = 2,5 \text{ м,}$$

$$i = \frac{6 \cdot 8}{2,5 \cdot (6 + 8)} = 1,4.$$

Необхідний світловий потік ламп світильників:

$$F = \frac{E \cdot k_z \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (3.3)$$

де E – найменша нормована освітленість, $E = 500$ лк, так як розряд зорових робіт дорівнює Пв;

k_z – коефіцієнт запасу;

S – освітлювана площа приміщення, м^2 ;

z – поправочний коефіцієнт для переходу від найменшої освітленості до середньої;

N – кількість світильників;

η – коефіцієнт використання, тобто відносна доля потоку лампи, падаюча на поверхню S .

Коефіцієнт запасу k враховує запиленість приміщення, зниження світлового потоку ламп в процесі експлуатації. Для виробничого приміщення з люмінесцентними лампами $k = 1,2$.

Коефіцієнт мінімальної освітленості z характеризує нерівномірність освітлення. Він є функцією багатьох змінних і найбільшою мірою залежить від відстані між світильниками до розрахункової висоті (L/h). При розташуванні світильників в лінію (ряд), якщо витримано найвигідніше відношення L/h , для ЛТБ рекомендується приймати $z = 1,1$.

Коефіцієнт використання світлового потоку η є складною функцією,

яка залежить від типу світильника, індексу приміщення і коефіцієнта відображення стелі, стін і підлоги.

Згідно з умовою коефіцієнти відбиття поверхонь приміщення: стелі $\rho_{стел} = 70\%$, стін $\rho_{стін} = 50\%$, підлоги $\rho_{підл} = 30\%$.

За довідковими таблицями [22] методом інтерполяції знаходимо $\eta = 53,8\%$.

За довідковими таблицями [22] знаходимо для лампи ЛТБ - 40 значення світлового потоку $F = 2450$ лм.

Освітлювана площа дорівнює площі приміщення $S = 48$ м².

Визначаємо кількість використовуваних світильників N , вважаючи, що кожен світильник містить чотири ($n = 4$) лампи:

$$N = \frac{E_{\min} \cdot k \cdot S \cdot Z}{\Phi_{л} \cdot n \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 1,2 \cdot 48 \cdot 1,1}{2450 \cdot 4 \cdot 0,538} = 6.$$

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано, як ртуть, потрапляючи в атмосферу, пагубно впливає на людину, симптоматику можливих отруєнь. Так як живі організми є невід'ємною частиною нашого існування, розглянуто як ртуть впливає на них, і як рухається по трофічних ланцюгах.

2. Проведено аналіз існування ртуті в навколишньому середовищі, і її впливі на живі організми, проведено аналіз основної частини заходів щодо її рішення.

3. Для знешкодження ртуті в приміщеннях, транспорті, ґрунті існує комплекс заходів – демеркуризація, термічним і хімічним способом, знешкоджуючі роботи, які проводяться як спеціалізованими організаціями, так і самостійно, не звертаючись за послугами до спеціалізованої організації: усунення ртуті сорбентом, або демеркуризаційним комплектом. Але демеркуризаційні заходи можуть допомогти, а не вирішити проблеми.

4. Одним із рішень знешкодження і повертанням ртуті у виробництво – є утилізація ртутьвмісних ламп і приладів. У кваліфікаційній роботі розглянуто можливі способи утилізації, обрано самий альтернативний, екологічний й економічний спосіб утилізації ртутьвмісних приладів, рекуперації ртутьвмісних відходів.

5. Розглянуто схеми з докладним описом переробки люмінесцентних і інших ртутьвмісних ламп, і термічного знешкодження ртутьвмісних відходів, вказано їх вузли и агрегати, а також позитивні і негативні характеристики технології (продуктивність, енергопостачання).

6. Висока токсичність ртуті, наявність техногенних джерел забруднення ртуттю середовища перебування людини, складність масового переходу на безртутні технології, широкий спектр об'єктів, що забруднюють ртуттю, дозволяють стверджувати, що проблема ртутної безпеки є однією із пріоритетних екологічних, медичних і соціальних проблем. У цьому контексті більшу значимість здобули питання:

- розробка й дотримання правил безпечного поводження із ртутьвмісними приладами, ртутьвмісними і люмінесцентними лампами, що залишаються без належної уваги;
- інформування населення, о симптоматиці можливих ртутних отруєнь, у випадку недотримань правил безпечного поводження;
- усунення ртутного забруднення, обеззаражування приміщень, територій і інших об'єктів – демеркуризація;
- рекуперація утилізацією найбільш перспективним екологічним замкнутим способом;
- оптимальним рішенням проблеми ртутьвмісних відходів може бути розробка на державному рівні ефективних і недорогих замінників ртуті й альтернативних технологій.

7. Виконано розрахунок загального освітлення робочого приміщення. Виявлено, що при використанні ламп типу ЛТБ-40-4 необхідно для забезпечення нормованої освітленості кількість світильників $N = 6$. Приміщення має лише 4 світильники з лампами типу ЛТБ-40-4, що не відповідає розрахунковим даним. Отже, штучне освітлення даного приміщення не відповідає вимогам ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» і потребує поліпшення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Пугачевич П.П. Техника работы со ртутью в лабораторных условиях. М. : Гостехиздат, 1961 г. 142 с.
2. Гладков С.Ю., Климов В.А., Симонов В.Д. Аппаратура и технология поиска источников ртутных загрязнений. Ртуть. Комплексная система безопасности. Сборник материалов 3-й научн.-техн.конф. СПб., 1999. С. 44-45.
3. Коровицкий С.Л. Изъятие не используемой ртути и ртутьсодержащих изделий как фактор уменьшения ртутных загрязнений. Ртуть. Комплексная система безопасности. Сборник материалов 3-й научн.-техн. Конф. СПб., 1999. С. 33-35.
4. Янин Е.П. Добыча и производство ртути в СНГ как источник загрязнения окружающей среды. Эколого-геохимические проблемы ртути. М. : ИМГРЭ, 2000. С. 38- 59.
5. Критерии санитарно-гигиенического состояния окружающей среды. Вып. 1: Ртуть: Пер. с англ. М. : Медицина, 1979.С. 100.
- 6.Трахтенберг И.М., Коршун М.Н. Ртуть и ее соединения в окружающей среде. Киев : Вища школа, 1990 г.
7. Ершов Ю.А., Плетнева Г.В. Механизм токсического действия неорганических соединений. М. : Медицина, 19896.
8. Кожушко Г.М., Велит І.А., Галай М.В., Каплієва В.М., Сахно Т.В. Екологічні проблеми розрядних ламп: утилізація та використання відходів. Проблемы создания новых машин и технологий. Науч. тр. Кременчугского гос. политехн. Ун-та. Вып. 1. 2001 (10). С.549-552.
9. Ртуть. Комплексная система безопасности. Сборник материалов науч.-техн. конф. СПб., 1996. 104 с.
10. Янин Е.П. Ртуть в окружающей среде промышленного города. М. : ИМГРЭ, 1992. 169 с.

11. Янин Е.П. Экологические аспекты производства и использования ртутных ламп. М. : Диалог-МГУ, 1998. 41 с.
12. Макаренко Г.В., Косорукова Н.В., Волох А.А. Демеркуризация объектов городской среды. Эколого-геохимические проблемы ртути. М. : ИМГРЭ, 2000, 153-160 с.
13. Методические рекомендации по контролю за организацией текущей и заключительной демеркуризации оценке ее эффективности. М. : Минздрав СССР, 1989.
14. Аналітичний звіт про оцінювання обсягів ртутьвмісних відходів та рекомендації щодо впровадження Мінаматської конвенції в Україні. За редакцією: Войціховська А.С., Цигульова О.М., Гладчук О.З.. Львів, 2019 р.
15. Макаренко Г.В., Косорукова Н.В. Новое средство для устранения ртутных загрязнений. Экология промышленности, № 1, 2003. С.44-46.
16. Косорукова Н.В., Янин Е.П. Утилизация отходов ртути содержащих изделий: состояние и проблемы. В журнале «Светотехника», 2002 г., № 3, с. 25-29.
17. СНиП № 3183-84 «Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов».
18. СНиП №3209-85 «Предельное количество накопления токсических промышленных отходов на территории предприятия (организации)».
19. СП № 3183-84 «Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов».
20. СП № 3912-85 «Методические указания для органов и учреждений санитарно-метрологической службы по контролю за реализацией мероприятий, направленных на санитарную охрану окружающей среды от загрязнений твердыми и жидкими токсическими отходами промышленных предприятий».
21. СП № 2811-83 «Санитарные правила устройства и содержания полигонов для твердых бытовых отходов».

22. Жидецький В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. Львів: Афіша, 2003. 173 с.
23. Геврик Є.О. Охорона праці: [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів]. К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.
24. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. М.: Энергоатомиздат, 1984. 448 с.
25. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. М., 1992.

Міністерство освіти і науки України
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Запорізького національного університету
Кафедра прикладної екології та охорони праці

Кваліфікаційна робота
на тему: «Оцінка впливу на довкілля люмінесцентних
ламп та шляхи його зниження».

Виконав:

ст. гр. ЗНС-18-1бд
Скрипник Є.О.

Керівник:

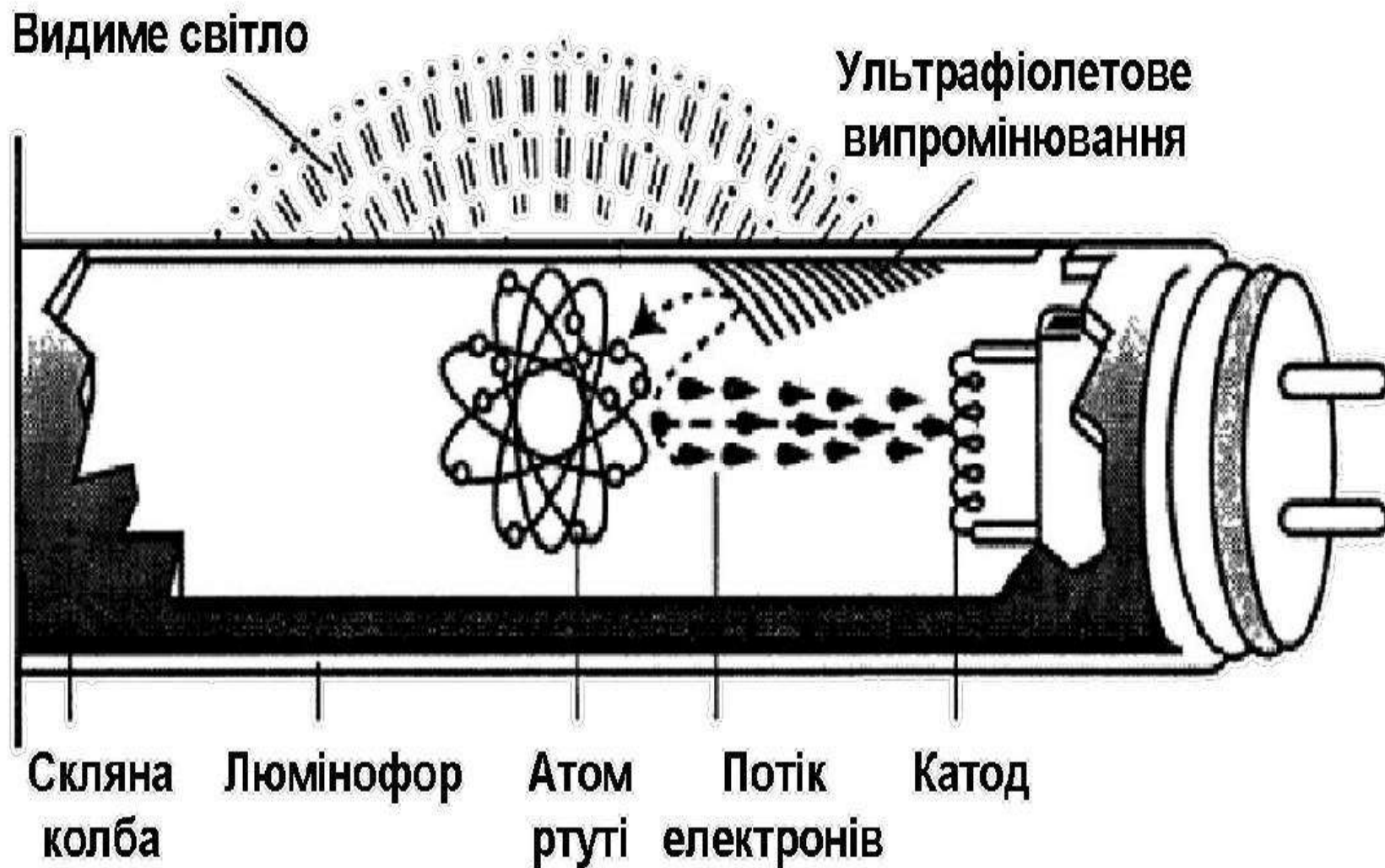
к.т.н., доц. каф. ПЕОП
Белоконь К.В.

м. Запоріжжя
2022 р.

Види люмінесцентних ламп



Будова люмінесцентної лампи



Переваги і недоліки використання різних типів ламп



**Лампа
розжарювання**



Більша
енерговитратність



Не містить
токсичних речовин



Безпечна побутова
утилізація



**Економна
люмінесцентна**



Економна витрата
електроенергії



Пароподібна ртуть
Площа розпилення до 5000 см



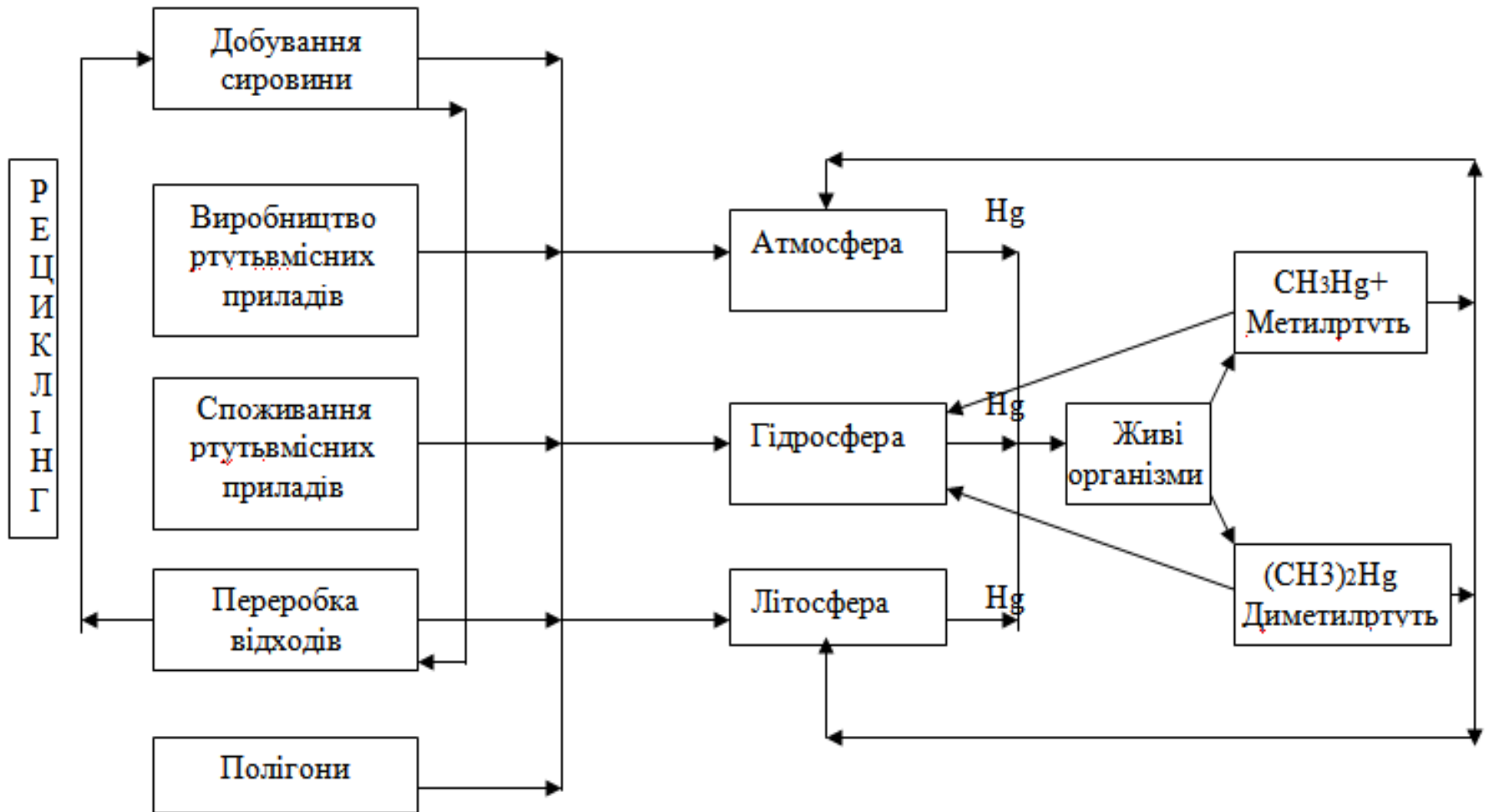
Викидати в смітник заборонено!
Строго в пункти утилізації

Концентрація парів ртуті, що утворюється при пошкодженні однієї лампи у приміщеннях різного розміру (за умови рівномірного поширення по об'єму)*

Об'єм приміщення м ³	Кількість ртуті, що надійшла з розбитої лампи, мг					
	3	4	5	10	20	70
24	0,125/417	0,167/555	0,21/694	0,42/1400	0,83/2777	2,9/9722
50	0,06/200	0,08/267	0,1/333	0,2/667	0,4/1330	1,4/4670
100	0,03/100	0,04/133	0,05/167	0,1/333	0,2/667	0,7/2333
150	0,02/66,7	0,027/89	0,033/111	0,067/222	0,13/444	0,47/1555
200	0,015/50	0,02/66,7	0,025/83,3	0,05/167	0/1/333	0,35/1156
400	0,0075/25	0,01/33	0,0125/41,7	0,025/83,3	0,05/167	0,18/583
1000	0,003/10	0,004/13,3	0,005/16,7	0,01/33,3	0,02/66,7	0,07/233
10 000	0,0003/1	0,0004/1,3	0,0005/1,67	0,001/3,33	0,002/6,7	0,007/23,3

у чисельнику – розрахункова концентрація, мг/м³;
у знаменнику – кратність перевищення ГДК.

Колообіг ртуті в техносфері та оточуючому середовищі



ГДК ртуті та її з'єднання в повітрі робочої зони

Речовина	Клас токсичності	ГДК р.з., мг/м ³ Середньо- змінна	Агрегатний стан в умовах виробництва
Ртуть металева	I	0,005	Пари
Диетилртуть	I	0,005	Пари
Неорганічні з'єднання ртуті	I	0,005	Аерозоль
Етилмеркурфосфат	I	0,005	Суміш парів і аерозолю
Етилмеркурхлорид	I	0,005	Суміш парів і аерозолю

Допустимі залишкові кількості (ДЗК) утримання ртуті в продуктах харчування

Вид продуктів	ДЗК, мг/кг
Рибні	0,5
М'ясні	0,03
Молочні	0,005
Овочі	0,02
Хліб і зернові	0,01
Фрукти	0,01
Соки	0,05

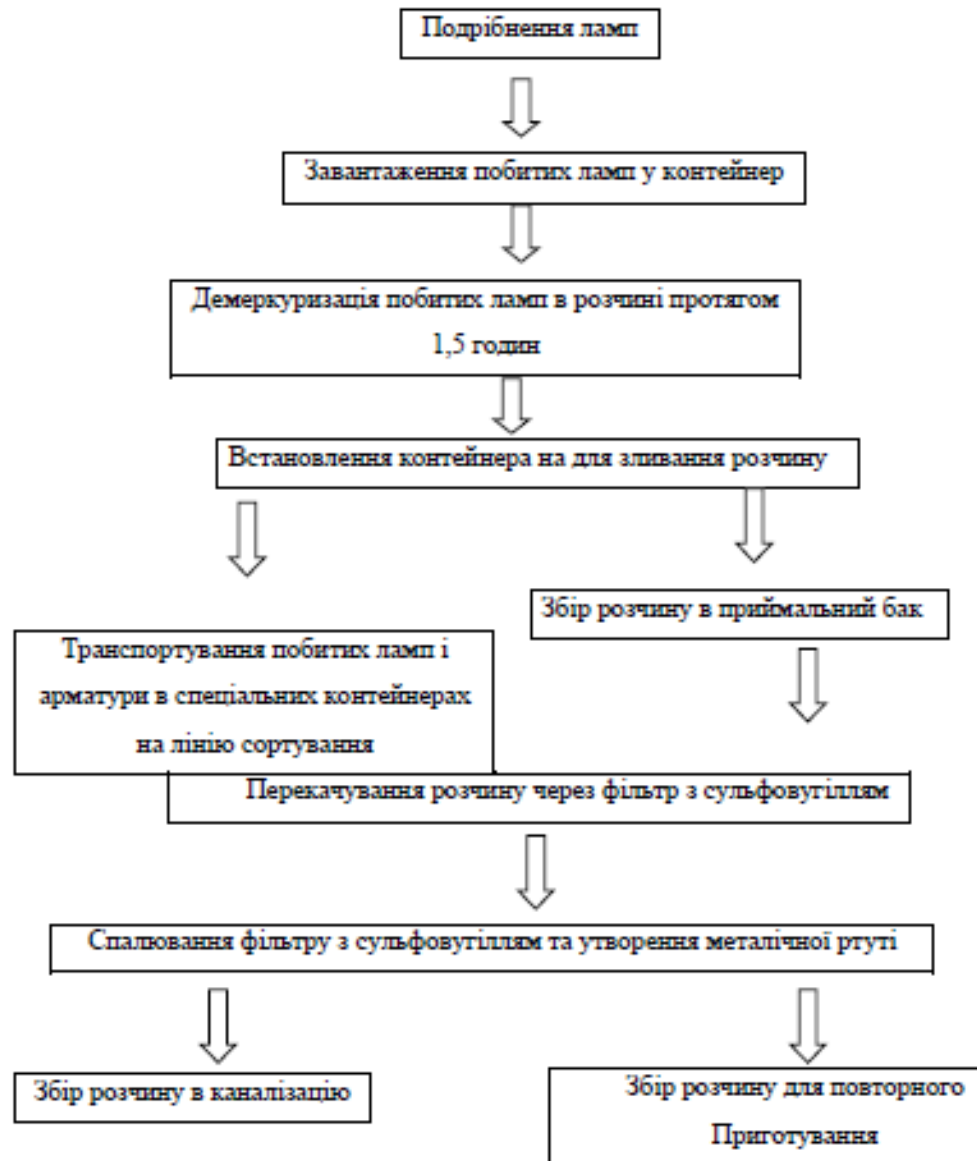
ГДК ртуті і її з'єднань у водних об'єктів господарсько-питного й культурно-побутового водокористування

Речовина	ГДК, мг/л
Диетилртуть	0,0001
Ртуть (для неорганічних з'єднань із урахуванням валового утримання всіх форм)	0,00053
Етилмеркурхлорид	0,0001

ГДК валової концентрації ртуті й припустимі рівні її утримання по показниках токсичності у ґрунті

Показники токсичності й значення їх лімітуючих концентрацій, мг/кг			
Транслокаційний	Міграційний		Загально-санітарний
	водний	повітряний	
2,1	33,3	2,5	5

Схема утилізації люмінесцентних ламп



Розташування підприємств, які займаються збором люмінесцентних ламп



- 1) ТОВ «Укрвторутилізація» (м. Дніпропетровськ);
- 2) ТОВ «Сучасний центр утилізації» (м. Вінниця);
- 3) ТОВ "СП-Еконіка" (м. Житомир);
- 4) ТОВ "Екопром" (м. Київ);
- 5) «Реґіон-2001» (м. Чернігів);
- 6) ТОВ "Укрресурси-2011" (м. Ужгород);
- 7) ТОВ "НПО "Вимпел" (м. Харків);
- 8) НТП "Галекоресурс" (м. Львів);
- 9) ПП "Європейський Авторитет" (м. Запоріжжя);
- 10) ФОП Білоус С. В. (м. Миколаїв);
- 11) ТОВ «Utilis Innoteh» (м. Чернівці);
- 12) ТОВ «Капітал-2006» (м. Донецьк);
- 13) ТОВ «Рекультивачія» (м. Тернопіль);
- 14) УНК «Біос» (м. Хмельницький);
- 15) «УтильВторПром» (м. Одеса);
- 16) ТОВ «Діола» (м. Полтава);
- 17) ПП «Екоцентр плюс» (Кіровоград)

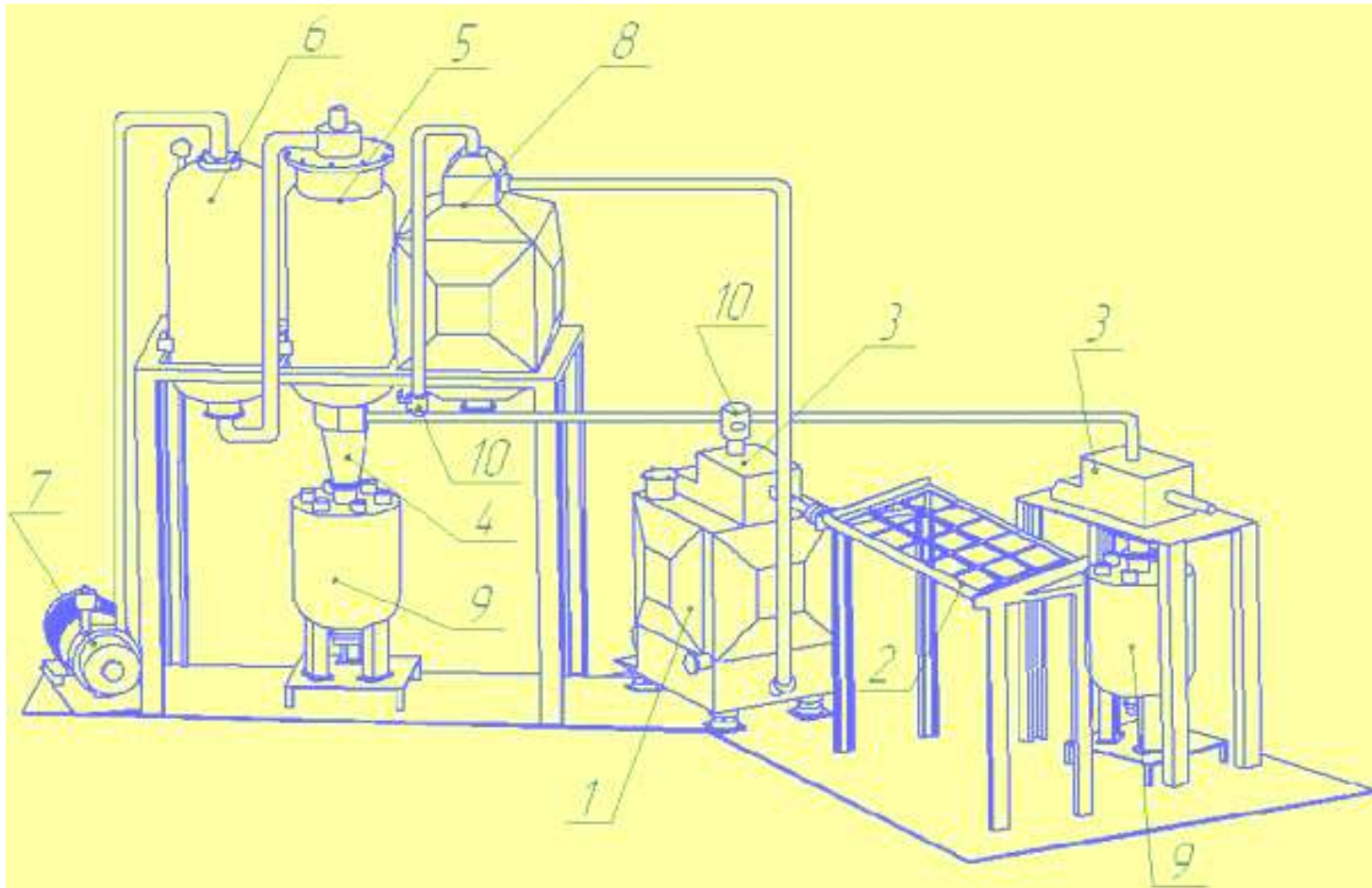
Розрахунок можливої концентрації парів ртуті у приміщення кафедри загальної гігієни та екології Запорізького державного медичного університету

№ аудиторії	Об'єм приміщення, м ³	Кількість люмінесцентних ламп, шт.	Вміст ртуті у лампах, мг	Концентрація парів ртуті, мг/м ³
7104	66	12	180	2,73
7105	75	8	120	1,60
7312	60	8	120	2,0
7313	66	8	120	1,82
7307	39	8	120	3,07
7306	24	8	120	5,0
7305	30	4	60	2,0
7303	36	4	60	1,66
7302	30	4	60	2,0
7301	36	4	60	1,66
7300	30	4	60	2
7315	207	24	360	1,74
7314	207	36	540	2,61

Потенційна концентрація парів ртуті у різних приміщеннях

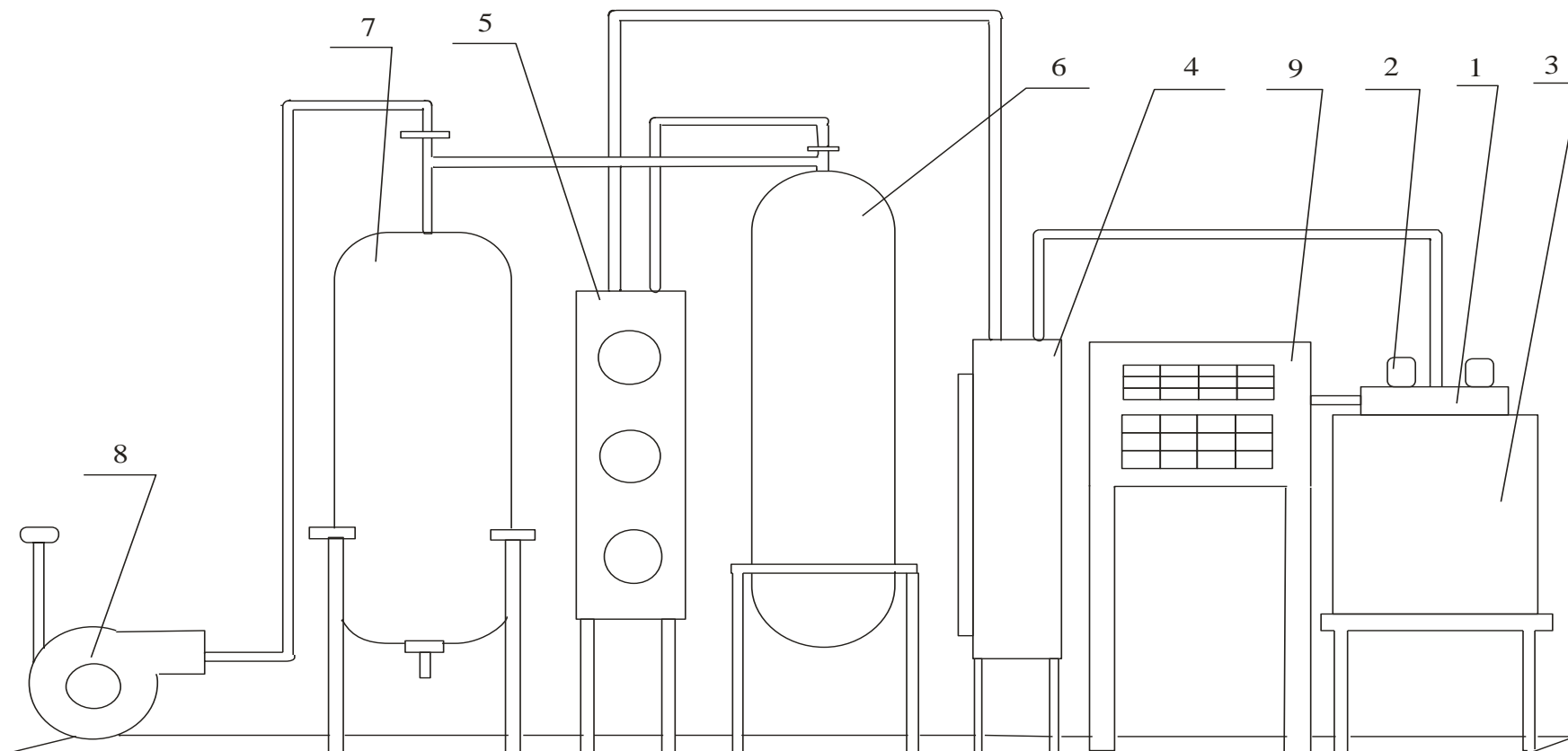


Схема установки «Екотром-2» для переробки ртутних ламп



1 - пневмо-вібраційний сепаратор; 2 - вузол завантаження; 3 - пневмо-ударний змільчувач; 4 – циклон; 5 - фільтр тонкого очищення; 6 - адсорбер; 7 - газодувка; 8 - проміжний збірник скляного бою; 9 - транспортно-технологічний збірник люмінофору; 10 - запорна арматура

ртутьвмісних відходів



1 - збірник люмінофора; 2 - нагрівальні тєни; 3 - теплоізоляційний кожух; 4 - трубчастий теплообмінник; 5 - холодильний агрегат; 6 - теплообмінник технологічний газ-хладогент; 7 - адсорбер; 8 - газодувка; 9 - електрощит.

Заходи на державному рівні

Інформування про ризики негативного впливу люмінесцентних ламп і сполук ртуті можна було б удосконалити за допомогою таких наступних заходів, як:

1. підвищення інформованості керівних і директивних органів про негативний вплив ртуті і її сполук;
2. посилення просвітницької роботи й підвищення інформованості й поінформованості громадськості про вплив ртуті й сполук ртуті на здоров'я людини й навколишнє середовище, а також про наявні заміники ртуті, які можна було б використати з метою зменшення впливу й скорочення або припинення викидів і вивільнення ртуті, при звертанні особливої уваги таким уразливим групам населення, як корінні народи, жінки й діти, працівники й групи населення, що живуть у місцях розташування промислових і гірничодобувних підприємств й т.п.;
3. сприяння розробці спеціальних курсів для школярів і навчальних програм для працівників підприємств, на яких переробляється й використовується ртуть;
4. створення інформаційно-координаційного механізму для поширення інформації про ртуть, наприклад інформації про стратегії регулювання ризиків, що відповідають заміникам і витратах на їхнє впровадження, і забезпечення безперешкодного доступу до такої інформації, особливо для країн, що розвиваються, і країн з перехідною економікою;
5. створення мережі, у рамках якої уряди й інші суб'єкти діяльності могли б обмінюватися інформацією про поточні ініціативи й зусилля, що вживають на національному, регіональному й міжнародному рівнях з метою зменшення або виключення негативного впливу ртуті;
6. забезпечення інформованості широких верств населення про ризики впливу ртуті шляхом надання консультацій по вживанню в їжу тих або інших видів риби й використання інших методів поширення інформації. Розширення пропагандистських й інформаційних заходів для підвищення поінформованості уразливих груп населення, таких як корінні народи, вагітні жінки й діти, про ризики впливу ртуті;
7. підвищення інформованості про ризики, пов'язаних з акумулюванням ртуті з різних геологічних джерел й її нагромадженням у біосфері;
8. підвищення інформованості про стійкість ртуті й можливості її переносу й перетворення, а також її здатності акумулювання в харчових ланцюжках.

Висновки

1. Проаналізовано, як ртуть, потрапляючи в атмосферу, пагубно впливає на людину, симптоматику можливих отруєнь. Так як живі організми є невід'ємною частиною нашого існування, розглянуто як ртуть впливає на них, і як рухається по трофічних ланцюгах.

2. Проведено аналіз існування ртуті в навколишньому середовищі, і її впливі на живі організми, проведено аналіз основної частини заходів щодо її рішення.

3. Для знешкодження ртуті в приміщеннях, транспорті, ґрунті існує комплекс заходів – демеркуризація, термічним і хімічним способом, знешкоджуючі роботи, які проводяться як спеціалізованими організаціями, так і самостійно, не звертаючись за послугами до спеціалізованої організації: усунення ртуті сорбентом, або демеркуризаційним комплектом. Але демеркуризаційні заходи можуть допомогти, а не вирішити проблеми.

4. Одним із рішень знешкодження і повертанням ртуті у виробництво – є утилізація ртутьвмісних ламп і приладів. У кваліфікаційній роботі розглянуто можливі способи утилізації, обрано самий альтернативний, екологічний й економічний спосіб утилізації ртутьвмісних приладів, рекуперації ртутьвмісних відходів.

5. Розглянуто схеми з докладним описом переробки люмінесцентних і інших ртутьвмісних ламп, і [термічного знешкодження ртутьвмісних відходів, вказано їх вузли и агрегати, а також позитивні і негативні характеристики технології \(продуктивність, енергопостачання\).](#)

6. Висока токсичність ртуті, наявність техногенних джерел забруднення ртуттю середовища перебування людини, складність масового переходу на безртутні технології, широкий спектр об'єктів, що забруднюють ртуттю, дозволяють стверджувати, що проблема ртутної безпеки є однією із пріоритетних екологічних, медичних і соціальних проблем. У цьому контексті більшу значимість здобули питання:

- розробка й дотримання правил безпечного поводження із ртутьвмісними приладами, ртутьвмісними і люмінесцентними лампами, що залишаються без належної уваги;
- інформування населення, о симптоматиці можливих ртутних отруєнь, у випадку недотримань правил безпечного поводження;
- усунення ртутного забруднення, обеззаражування приміщень, територій і інших об'єктів – демеркуризація;
- рекуперація утилізацією найбільш перспективним екологічним замкнутим способом;
- оптимальним рішенням проблеми ртутьвмісних відходів може бути розробка на державному рівні ефективних і недорогих замінників ртуті й альтернативних технологій.

7. Виконано розрахунок загального освітлення робочого приміщення. Виявлено, що при використанні ламп типу ЛТБ-40-4 необхідно для забезпечення нормованої освітленості кількість світильників $N = 6$. Приміщення має лише 4 світильники з лампами типу ЛТБ-40-4, що не відповідає розрахунковим даним. Отже, штучне освітлення даного приміщення не відповідає вимогам ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» і потребує поліпшення.

**Дякую
за увагу!**