

УДК 504.06: 628.4.03: 628.4.08

### ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ УТИЛІЗАЦІЇ ТА ПЕРЕРОБКИ МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ СПАЛЮВАННЯМ НА БАЗІ ЛІКУВАЛЬНО - ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАКЛАДІВ

**Л. А. Сербінова**

Державна установа «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці»  
вул. Вавілових, 13, м. Київ, 04060, Україна. E-mail: serbinovalarisa@gmail.com

**Х. І. Фесан, О. С. Тимошук**

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»  
вул. Борщагівська, 115, м. Київ, 03056, Україна. E-mail: olhabuhai@ukr.net

Переробка медичних відходів є одною із самих актуальних проблем у всьому світі. Медичні відходи є одними із найнебезпечніших, так як вони містять патогенні мікроорганізми та токсичні речовини, призводять до прямого чи опосередкованого забруднення середовища, та є причиною інфекційних та неінфекційних хвороб. Знешкодження медичних відходів є високоефективним та гарантовано безпечним для навколишнього середовища. В роботі пропонується з метою досягнення еколого-економічного ефекту запропонувати для використання у закладах медичної сфери знешкодження медичних відходів у печі-інсинераторі CP-100 mobile «ATI Incinerateurs MULLER» (Франція) методом піролізного спалювання при  $t=1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), що знизить затрати на утилізацію частки медичних відходів.

**Ключові слова:** переробка, медичні відходи, забруднення, спалювання, піч, піроліз, утилізація.

### ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ СЖИГАНИЕМ НА БАЗЕ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

**Л. А. Сербінова**

Государственное учреждение «Национальный научно-исследовательский институт промышленной безопасности и охраны труда»  
ул. Вавиловых, 13, г. Киев, 04060, Украина. E-mail: serbinovalarisa@gmail.com

**Х. И. Фесан, О. С. Тимошук**

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»  
ул. Борщаговская, 115, г. Киев, 03056, Украина. E-mail: olhabuhai@ukr.net

Переработка медицинских отходов является одной из самых актуальных проблем во всем мире. Медицинские отходы являются одними из самых опасных, так как они содержат патогенные микроорганизмы и токсичные вещества, приводят к прямого или косвенного загрязнения среды, и является причиной инфекционных и неинфекционных болезней. Обезвреживания медицинских отходов является высокоэффективным и гарантированно безопасным для окружающей среды. В работе предлагается с целью достижения эколого-экономического эффекта предложить для использования в учреждениях медицинской сферы обезвреживания медицинских отходов в печи-инсинератор CP-100 mobile «ATI Incinerateurs MULLER» (Франция) методом пиролизного сжигания при  $t = 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), что снизит затраты на утилизацию доли медицинских отходов.

**Ключевые слова:** переработка, медицинские отходы, загрязнение, сжигание, печь, пиролиз, утилизация.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Небезпека медичних відходів (далі – МВ), залежить від хімічного складу і концентрації складових компонентів відходу, які можуть викликати токсичну, канцерогенну, мутагенну, алергенну дію, змінювати органолептичні властивості води, повітря, викликати порушення екологічних систем.

На сьогоднішній день, правила поводження з медичними відходами регламентується «Державними санітарно-протиепідемічними правилами і нормами щодо поводження з медичними відходами», затвердженими наказом Міністерства охорони здоров'я України 08.06.2015 № 325, зареєстрованими в Міністерстві юстиції України 07 серпня 2015 р. за № 959/27404 [1].

Система поводження з МВ повинна передбачати проведення робіт щодо попередження чи зменшення їхньої біологічної, хімічної, радіаційної небезпеки. А тому, переробка медичних відходів є одною із самих актуальних проблем у всьому світі.

На сьогоднішній день медичні відходи є одними із найнебезпечніших, так як вони містять патогенні мікроорганізми та токсичні речовини, призводять до

прямого чи опосередкованого забруднення середовища, та є причиною інфекційних та неінфекційних хвороб. Утилізація медичних відходів в Україні з порушенням вимог нормативних документів передбачає адміністративну і кримінальну відповідальність [2, 3].

Внаслідок своєї специфіки медичні відходи відокремлені в окрему групу.

Згідно з розробленими санітарними правилами та вимогами, медичні відходи збираються і сортується за ступенем безпечності на п'ять класів [4]:

Клас А - епідеміологічно безпечні відходи, найбільшені за складом до твердих побутових відходів (далі - ТПВ).

Клас Б - епідеміологічно небезпечні відходи.

Клас В - надзвичайно епідеміологічно небезпечні відходи.

Клас Г - токсикологічно небезпечні відходи.

Клас Д - радіоактивні відходи.

Особливо небезпечні інфіковані медичні відходи, які, потрапляючи на загальні та несанкціоновані звалища.

Знешкодження медичних відходів є високоефективним та гарантовано безпечним для навколишнього середовища [5]. В роботі пропонується з метою еколого-економічного ефекту запропонувати для використання у закладах медичної сфери знешкодження медичних відходів у печі-інсинераторі CP-100 mobile «ATI Incinerateurs MULLER» (Франція) методом піролізного спалювання при  $t=1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), що знизить затрати на утилізацію частки медичних відходів.

Метою роботи є впровадження установки для утилізації медичних відходів у лікувально-профілактичних закладах.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** За даними загальні річні обсяги утворення медичних відходів у м. Києві починаючи з 2010 по 2017 рр. становлять в середньому 2,5-2,9 тис. т/рік [6, 7].

Вартість знешкодження медичних відходів у кілька разів перевищує вартість переробки ТПВ і становить від 500 до 1500 дол. США за 1 тону.

Упродовж року на території однієї області України накопичується близько 50 тонн медичних відходів, а саме відходи лікувально-профілактичних закладів.

Основними способами обробки медичних відходів є: спалювання з використанням інсинераторів; стерилізація водяною парою під тиском і при температурі понад  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  з використання автоклавів; хімічна дезінфекція; використання мікрохвиль; стерилізація іонізуючим, радіоактивним і інфрачервоним випромінюванням.

При цьому з усіх методів парова стерилізація виділена ООН, як пріоритетний спосіб для знешкодження медичних відходів, так як є екологічно чистим і не має побічних викидів, що забруднюють повітря, воду і ґрунт [8].

Найпоширенішими з них є піролізне перероблення та обробка медичних відходів паром під тиском.

Аналіз показав [6, 7, 9], що у деяких лікарняних та медичних закладах м. Києва існують спеціалізовані установки та печі для спалювання медичних відходів, які були побудовані у минулі роки, і зараз не відповідають сучасним екологічним вимогам, а тому не працюють. Медичні відходи знезаражуються у лікарняних закладах міста переважно хімічними методами (з використанням дезінфікуючих розчинів), після чого ці відходи потрапляють у побутові відходи, що є неприйнятним оскільки не гарантує потрапляння у побутові відходи інфікованих матеріалів.

Це такі заклади як, міська лікарня № 3 (вул. Петра Запорожця, 26), пологові будинки № 3 (вул. Василя Кучера, 7) і № 5 (просп. Валерія Лобановського, 2), протитуберкульозний диспансер, лікарні швидкої допомоги, а також міський крематорій [6]. Однак, існуючі печі морально застарілі, не мають сучасних систем газоочищення, потребують реконструкції та переоснащення.

З п'яти класів відходів А, Б, В, Г, Д найбільш небезпечні відходи класу Б (небезпечні) і В (надзвичайно небезпечні).

Калорійність медичних відходів приблизно 1000 ккал/кг при вологості до 30%. При такій вологості і калорійності ще можливо автономне горіння. Однак, у більшості випадків ці відходи бувають

інфікованими і єдиним економічно вигідним способом їх знищення є високотемпературне спалювання.

Саме такий спосіб знищення небезпечних медичних відходів рекомендує Всесвітня організація охорони здоров'я. Так як, патогенна флора вже звикла до фурациліну і хлораміну і виживає при температурі до  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а мікроб ботулізму витримує нагрівання до  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Загально прийнято вважати, що великим є медичний заклад, де число койко-місць в середньому близько 1000. З урахуванням того, що в середньому на одне койко-місце припадає близько 2,5 кг/доба медичних відходів, продуктивність міні-заводу повинна бути близько 100 кг/год медичних відходів. А отже, облаштувати сміттєспалювальний міні-завод пропонується для спалювання інфікованих медичних відходів на території безпосередньо медичного закладу.

Порівняємо деяке обладнання для утилізації медичних відходів безпосередньо в лікувально-профілактичних закладах.

При порівнянні будемо звертати увагу на такі показники, як: тривалість циклу переробки, витрати води під час переробки, витрати електроенергії, потужність переробки відходів, температура переробки та відсоток зменшення розмірів відходів.

Для порівняння оберемо наступне обладнання для знищення відходів:

- Піч-інсинератор CP-50 mobile «ATI Incinerateurs MULLER» (Франція);
- Установа для стерилізації медичних відходів (Фірма «Ecodas», (Франція);
- Установа NEWSTER-10.

В табл. 1 наведено обладнання яке порівнюється.

Таблиця 1 - Порівняльний аналіз обладнання для утилізації медичних відходів безпосередньо на місці

Характеристики порівняння	Обладнання		
	«ATI Incinerateurs MULLER»	«Ecodas», T150	NEWSTER-10
Спосіб переробки	Піролізне спалювання	Пар під тиском	Термічна стерилізація
Тривалість циклу переробки, хв	30-60	30	30-40
Витрати води, л/год	-	15	60-75
Витрати електроенергії, кВт/год	4	1,4	0,55
Номінальна потужність переробки, кг/год	50-100	15-23	15-30
Температура переробки, $^{\circ}\text{C}$	750-1200	138	155-160
Відсоток зменшення розмірів відходів, %	90-98%	80%	75%

З табл. 1 бачимо, що найбільш привабливим з точки зору переробки медичних відходів є обладнання фірми «ATI Incinerateurs MULLER» (Франція) [10]. Так, як в процесі піролізного спалювання запобігає утворенню чорного диму, тонкодисперсного пилу, утворенню і викиду діоксинів, фуранів, вільного хлору та неприємного запаху.

Зольний залишок, що утворюється, є безпечним і може заховуватися на полігонах твердих побутових відходів чи використовуватись як сировина.

А отже, візьмемо його за основу для облаштування міні-заводу з переробки небезпечних медичних відходів.

Аналіз накопичення медичних відходів м. Києва по районах показав, що найбільша їх кількість накопичується в Солом'янському, Деснянському та Дніпровському районах міста (табл. 2).

Таблиця 2 – Обсяги утворення медичних відходів по адміністративним районам м. Київ

№ з.п.	Адміністративний район міста	Чисельність Населення, тис. чол.	Обсяги утворення медичних відходів, тис.т
1	Голосіївський	232346	0,213108
2	Дарницький	317445	0,291024
3	Деснянський	359866	0,329982
4	Дніпровський	346706	0,317856
5	Оболонський	315948	0,289734
6	Печерський	141493	0,129774
7	Подільський	192458	0,176472
8	Святошинський	336364	0,30831
9	Солом'янський	342614	0,314244
10	Шевченківський	228692	0,209754
	Всього	2813932	2,58

Тому, вважаємо, що доцільним буде розглянути проект впровадження установки для спалювання медичних відходів піч-інсинератор CP-100 mobile «ATI Incinerateurs MULLER» у Дніпровському районі м. Києва. Так, як кількість накопичення шкідливих медичних відходів й цьому районі складає приблизно 0,329982 тис. т/рік.

Принцип роботи інсінератора полягає в методі піролітичного спалювання відходів.

Піролітичне згорання це перетворення органічних відходів в безкисневе середовище в піролітичній газовій суміші з подальшим дожиганням та утилізацією теплової енергії.

Інсінератор складається з:

- камери для згорання відходів, з герметичними дверима для завантаження відходів;
- горілки камери згорання;
- камери догорання газів піролізу;
- горілки камери догорання;
- системи нагнітання повітря, що забезпечує повне догорання піролізу газів;

- системи охолодження димових газів швидкісним теплообмінником
- фільтра;
- пульта управління;
- димоходу (труби).

На рис. 1 представлена мобільна печ-інсинератор CP-50 mobile «ATI Incinerateurs MULLER».



Рисунок 1 - Піч-інсинератор CP-50 Mobile «ATI Incinerateurs MULLER»

Технологія піролізного спалювання та ефективна система очищення димових газів дозволяє встановлювати даний комплекс в межах міста та навіть медичної установи.

- А піролізне спалювання запобігає утворенню:
- чорного диму;
- тонкодисперсного пилу;
- утворенню і викиду діоксинів, фуранів, вільного хлору і т.д.;
- неприємного запаху;

Та гарантує повне спалювання медичних відходів в межах ЛПЗ, дотримуючись всіх необхідних нормативів.

В свою чергу зольний залишок, що утворюється, є безпечним і може заховуватися на полігонах твердих побутових відходів чи використовуватись як вторинна сировина. Завдяки розмірам в печі можна знешкоджувати до 100 кг відходів за годину.

На рис. 2 зображено схематичний вигляд мобільної печі-інсинератора CP-50 mobile «ATI Incinerateurs MULLER».

Камера піролітичного спалювання являє собою моноблочний корпус, зварений з міцних армованих сталевих листів товщиною 3 мм і 10 мм; з фронтальним завантаженням і герметичними дверима. Для замикавання дверей встановлено гвинтове замикаюче колесо. Внутрішня поверхня дверей виконана з теплоізоляційного вогнетривкої покриття.

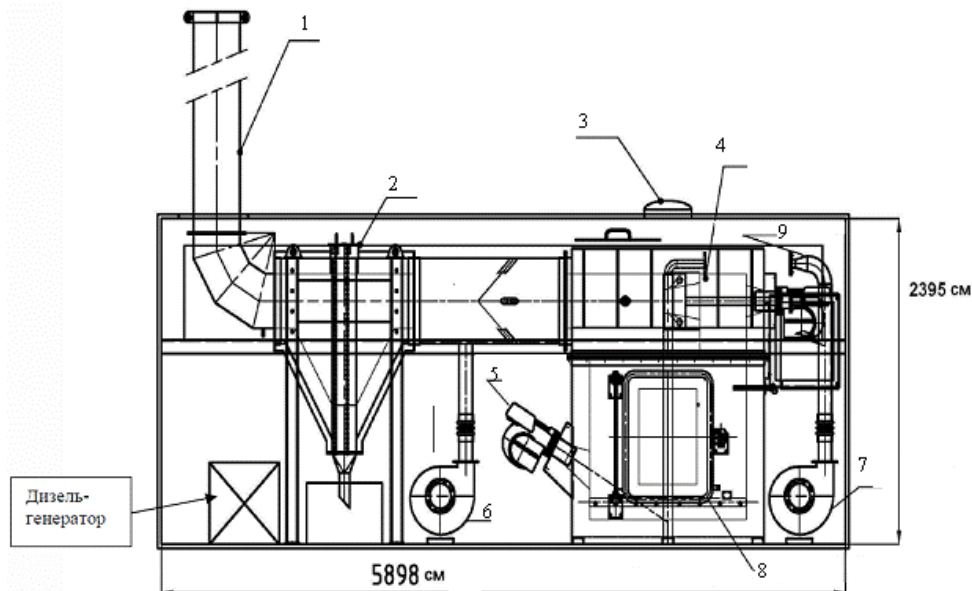


Рисунок 2 – Принципова схема мобільної печі-інсінатора CP-50 mobile «ATI Incinerateurs MULLER»:

- 1 - труба із нержавіючої сталі, 2 – скруббер, 3 – вентиляційне вікно, 4 – камера догоряння піролітичних газів, 5 – горілка камери згоряння, 6 – вентилятор, 7 – вентилятор подачі вторинного повітря в камеру догоряння, 8 – камера піролітичного згоряння, 9 - горілка камери догоряння

Конструкцією установки передбачено спеціальне нагнітання вторинного повітря в камеру догоряння газів, що гарантує підвищений вміст кисню в камері та високу температуру вище понад 1100 °С.

Для запобігання утворенню шкідливих хімічних речовин (діоксинів, фуранів) в технологічному процесі передбачено охолодження газів перед системою газоочистки. Димові гази розбавляються додатковим повітрям, при цьому вони охолоджуються з температури від 1200 °С до 150-200 °С, внаслідок чого не відбувається утворення шкідливих хімічних речовин.

Система охолодження димових газів повністю автоматична, контролюється автоматикою загальної системи управління.

Також, важливим є те, що в конструкції печі-інсінатора CP-50 mobile «ATI Incinerateurs MULLER» є блок сухої газоочистки, який представлений системою фільтрів фірми «ATI ENVIRONNEMENT».

Такий фільтр забезпечує очищення газів, що відходять на установках для знищення медичних відходів потужністю від 5 до 120 кг на годину.

На вході і виході з фільтра встановлено решітки з нержавіючої сталі які утримують реагенти всередині фільтра. Через щільності пилу і низьку швидкості газів, що проходять через фільтр, пил осідає в отворах в каменів.

Для нейтралізації діоксинів та фуранів, які є у складі утилізованих газів медичних відходів, крім вуглекислого кальцію, використовується активоване вугілля (активованій за допомогою водяної пари, максимальна вологість 10%). Активоване вугілля поглинає діоксини і фурану, а також важкі летючі метали.

На сьогоднішній день такі фільтри екологічно вигідними, а основними перевагами таких фільтрів з реагентами у вигляді каменів кальцію відносять наступні показники:

1. Одночасне поглинання розжареного пилу, важких металів, хлору, фтору, сірки, діоксинів і фуранів, які виділяються в процесі термічної обробки медичних відходів.

2. Суха система газоочистки, яка не забруднює стічні води.

3. Фільтр безпечний в експлуатації, оскільки камені, зберігаючи свої функції, витримують температуру до 800 °С.

4. Система очищення повністю автоматична, не потребує постійного обслуговування і капітального ремонту.

5. Низькі витрати на експлуатацію фільтра. Цей метод газоочистки значно дешевше, ніж інші відомі способи очищення газів, що відходять, а також є найдоступнішим з усіх існуючих на ринку.

У м. Києві, на даний час, є біля 90 медичних закладів різного призначення, в тому числі 55 лікарень та поліклінік.

Проектна виробнича потужність установки печі-інсінатора CP-50 mobile «ATI Incinerateurs MULLER» приблизно 300 кг/год. (7200 кг на добу при неперервній роботі).

Однак, існуючих пунктів спалювання недостатньо для потреб м. Києва, тому пропонується установка 2 мобільних міні-заводів на основі печі-інсінатора CP-50 mobile «ATI Incinerateurs MULLER» на правому на лівому березі м. Києва.

У лікарняних закладах міста всі інфіковані медичні відходи будуть збиратись у спеціальні разові полімерні пакети безпосередньо в місцях їх первісного утворення (ріжучі та колючі – у спеціальні

тверді коробки), які будуть складатись у спеціальні разові полімерні мішки для тимчасового зберігання у визначених місцях (даного медичного закладу). Після накопичення транспортних партій медичні відходи будуть перевозитись на установки для термічного знешкодження.

Роботи зі збирання, тимчасового зберігання, транспортування, термічного перероблення специфічних медичних відходів здійснюються спеціально закріпленим та навченим персоналом.

Загальна вартість розроблення та реалізації проекту одного комплексу для термічного перероблення медичних відходів становить 44,6 млн. грн. Міні-завод включає:

- виробничо-побутове приміщення;
- комплект технологічного перероблення фірми Muller; Франція, (25 000 000. грн.).

Створення міні-заовдів для термічного перероблення медичних відходів або хоча б установка печі-інсінератора, а також функціонування передбаченої системи збирання, перевезення та знешкодження специфічних медичних відходів забезпечить суттєве покращення санітарних умов міських територій та об'єктів поводження з побутовими відходами.

В табл. 3 наведено актуальні ціни на утилізацію медичних відходів станом на 2017 рік [11].

Таблиця 3 – Ціни на утилізацію медичних та подібні їм відходи, що виникають у результаті медичного догляду

Найменування відходів	Вартість з пдв, тис. грн.
Біологічні відходи	39, 0 /т.
Шприці та системи використані	32, 76/т.
Гінекологічні набори	32, 76/т.
Латексні рукавички	32, 76/т.
Голки медичні, скарифікатори (продезінфіковані)	32, 76/т.
Тара аптекарська використана (скляна)	32, 76/т.
Тара аптекарська використана (полімерна)	32, 76/т.
Плівка рентгенівська, фотографічна, а також папір, які містять сполуки срібла	32, 76/т.
Фотохімікати (фіксажний розчин)	32, 76/т..
Вата, бинти, марля-тощо, 4 клас (відходи, збирання та знищення яких обумовлено спеціальними вимогами для запобігання виникненню інфекцій)	39,0/т.

Тобто, бачимо, що утилізація однієї тонни медичних відходів становить від 32 760,00 грн/т до 39 000,00 грн/т. А загальна витрати на збирання та перевезення медичних відходів становлять 488,59 тис. грн.

А отже, використання запропоновано роботі рішення забезпечить економію коштів бюджету та додатний екологічний ефект, навіть в межах одного адміністративного району.

Відповідно до ст. 31 п. г Закону України «Про відходи» з метою запобігання або зменшення обсягів утворення відходів та стимулювання впровадження маловідходних технологій Кабінет Міністрів України, міністерства та інші центральні і місцеві органи виконавчої влади в межах своєї компетенції здійснюють розроблення та впровадження системи поводження з пакувальними матеріалами і тарою; системи збирання, видалення, знешкодження та утилізації відпрацьованих мастил (олив); системи збирання, заготівлі та утилізації зношених шин, резинотехнічних виробів та відходів резинотехнічного виробництва; системи заготівлі та утилізації непридатних до використання транспортних засобів; системи збирання та утилізації електричного та електронного обладнання; системи збирання, видалення, знешкодження, утилізації відходів, що утворюються у процесі медичного обслуговування, ветеринарної практики, пов'язаних з ними дослідних робіт.

Витрати на збирання та перевезення медичних відходів наведені в табл. 4.

Таблиця 4 - Витрати на збирання та перевезення медичних відходів по рокам

Роки	Річні обсяги перевезення, тис. т	Обсяги, тис. т* км	Вартість 1 т*км, грн.	Вартість перевезень, тис. грн.	Вартість транспортних засобів, тис. грн.	Загальна вартість, тис. грн.
2015	1,0	15,00	9,00	81,00	350	431,0
2016	1,5	22,50	9,90	98,01	360	458,01
2017	2,0	20,00	10,89	118,6	370	488,59

З табл. 4 слідує, що загальна вартість збирання та перевезення медичних відходів збільшується з кожним роком збільшується приблизно на 6%.

Вартість технології піролізної переробки медичних відходів, а саме піч-інсінератор CP-50 mobile «ATI Incinerateurs MULLER» (Франція) становить приблизно 17 000 000 грн.

Продуктивність однієї установки 1200 кг/добу (24 год. роботи), в рік (за умови 366 робочих днів) продуктивність переробки складе 439,2 т/рік.

Всього у Дніпровському районі м. Києва утворюється 317,856 т/рік медичних відходів.

Тобто, для повного забезпечення потреб району вистачить однієї установки, капіталовкладення складуть 17 000 000 грн.

Розмір чистого еколого-економічного річного ефекту проведення природоохоронних заходів складе 36 895 782,2 грн.

Термін окупності впровадження запропонованих екологічних заходів при облаштуванні міні-заводу на базі печі-інсинератора CP-50 mobile «ATI Incinerateurs MULLER» 0,07 роки або менше ніж 1 місяць.

**ВИСНОВКИ.** Налагодження системи поводження з медичними відходами є дуже актуальною екологічною проблемою, вирішення якої можливе за умови підвищення уваги на рівні держави до цієї групи відходів та формування громадської екологічної свідомості.

Виходом із загрозової ситуації, що склалася із медичними відходами, є негайна розробка та впровадження комплексу заходів по поводженню з медичними та фармацевтичними відходами.

В статті показано один із способів зменшення кількості медичних відходів на базі лікувально-профілактичних закладів, за допомогою впровадження запропонованих екологічних заходів при облаштуванні міні-заводу на базі печі-інсинератора CP-50 mobile «ATI Incinerateurs MULLER».

Та доведено еколого-економічну ефективність впровадження запропонованих заходів для потреб Дніпровського району м. Київ.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Державних санітарно-протиепідемічних правил і норм щодо поводження з медичними відходами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0959-15>

2. Проблеми поводження з медичними і фармацевтичними відходами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.apteka.ua/article/333743>.

3. Акимкин В.Г. Санитарно-эпидемиологические требования к организации сбора, обезвреживания,

временного хранения и удаления отходов в лечебно-профилактических учреждениях (Методическое пособие). М.: Изд-во РАМН. 2004. 81с.

4. Проданчук М.Г. Класифікація медичних відходів з урахуванням факторів небезпеки в проєкті ДСанПіН «Правила поводження з медичними відходами» / М.Г. Проданчук, Л.І. Повакель, О.О. Бобильова, С.П. Бережнов // Сучасні проблеми токсикології. – 2012. – № 1. – С. 57–66.

5. Акимкин В.Г., Клюжев В.М., Русаков Н.В., Галкин В.В. Организационно-эпидемиологические аспекты проблемы обезвреживания отходов лечебно-профилактических учреждений // Сб.: Проблемы обращения с отходами ЛПУ. – М.: 2003. С. 9–10.

6. Порядок організації збору від населення небезпечних відходів в частині побутових (хімічні джерела струму, ртутні люмінесцентні лампи, високотехнологічне сміття та інше) та подальшої їх утилізації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://golos.kievcity.gov.ua/files/2014/6/19/rozdil-2.pdf>.

7. Порядок організації збору від населення небезпечних відходів в частині побутових (хімічні джерела струму, ртутні люмінесцентні лампи, високотехнологічне сміття та інше) та подальшої їх утилізації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://golos.kievcity.gov.ua/files/2014/6/19/rozdil-3.pdf>.

8. Програма ООН з навколишнього середовища - Підпрограма UNEP по хімічним речовинам Методичне керівництво по виявленню та кількісній оцінці викидів діоксинів і фуранів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.unep.org/gu>.

9. Калустова С. Поводження з відходами в медичному закладі: теорія та практика // Медична практика: організаційні та правові аспекти. – 2013. – № 3. – С. 76–80.

10. Печ-інсинератор CP-50 mobile «ATI Incinerateurs MULLER» (Франція) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://pdf.medicalexpo.com/pdf/ati-environnement/ati-incinerators-muller-model-cp/79214-79917-\\_2.html](http://pdf.medicalexpo.com/pdf/ati-environnement/ati-incinerators-muller-model-cp/79214-79917-_2.html).

11. Прейскурант цін на послуги збирання, зберігання, утилізації і знешкодження небезпечних відходів на 2017 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://er-tec.com.ua/?page\\_id=2337](http://er-tec.com.ua/?page_id=2337).

### JUSTIFICATION OF FEASIBILITY OF MEDICAL WASTE RECYCLING AND PROCESSING BY INCINERATION AT THE HEALTHCARE FACILITIES

**L. Serbinova**

State institution «National Research Institute of Industrial Safety and Labor»  
vul. Vavilova, 13, Kyiv, 04060, Ukraine. E-mail: serbinovalarisa@gmail.com

**H. Fesan, O. Tymoshchuk**

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»  
vul. Borschagovska, 115, Kyiv, 03056, Ukraine. E-mail: olhabuhai@ukr.net

**The purpose.** To implement the installation for medical waste utilization in medical and preventive measures.

**Methodology.** Performance of an analysis for medical waste generation volume in administrative districts of Kyiv, has been held to justify the expediency of medical waste utilization and processing. **Results.** The comparison of equipment for utilization of medical waste in medical and preventive institutions has been held. The analysis of existing equipment for waste utilization shows that the most relevant as for waste recycling is «ATI Incinerateurs MULLER» equipment (France), because during the process of pyrolysis burning it prevents the formation of black smoke, fine dust, formation and release of dioxins, furan, free chlorine and odors. Ash residue, which is formed, is safe and can be deposited in

landfills of solid wastes or used as raw material. In order to avert formation of hazardous chemicals (dioxins, furan), technological process anticipates cooling of gases before it goes into the gas cleaning system, namely the block of dry gas cleaning, which is introduced by «ATI ENVIRONNEMENT» filter system. **Originality.** This work suggests equipment of incinerator mini-plant to burn hazardous medical waste directly from the medical facility's territory. **Practical value.** The placing of mini-plants for thermal treatment of medical waste or at least installation of incinerator, and also operating of provided system of collection, transportation and neutralization of specific medical waste, will provide significant increase of sanitary conditions in urban areas and objects of household waste management. The usage of suggested solution will ensure budget savings and positive environmental effect, even within one administrative area.

**Key words:** medical waste, volume, equipment, incinerator, pyrolysis, analysis, sanitary conditions, environmental effect.

#### REFERENCES

1. *Pro zatverdzhennya Derzhavnih sanItarno-protieidemIchnih pravil i norm schodo povodzhennya z medichnimi idhodami* [On approval of State sanitary and anti-epidemic rules and norms for treatment of medical waste] [Electronic resource] - Access mode: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0959-15>.
2. *Problemi povodzhennya z medichnimi I farmatsevtichnimi vIhdodami* [Problems of treatment of medical and pharmaceutical waste] [Electronic resource] - Access mode: <http://www.apteka.ua/article/333743>.
3. Akimkin, V.G. (2004), *Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k organizatsii sbora, obezvezhivaniya, vremennogo hraneniya i udaleniya othodov v lechebno-profilakticheskikh uchrezhdeniyah (Metodicheskoe posobie)* [Sanitary and epidemiological requirements for the organization of collecting, neutralizing, temporarily storing and removing waste in medical and preventive institutions (Methodological manual)], Moscow, Izd. Of RAMS.
4. Prodanchuk, M.G. (2012), *klasifikatsiya medichnih vidhodiv z urahuvannyam faktoriv nebezpeki v proekti DSanPiN «Pravila povodzhennya z medichnimi vidhodami»* [Classification of medical waste taking into account the risk factors in the DSanPiN project «Rules for handling medical waste»], *Modern problems of toxicology*, no. 1, pp. 57-66.
5. Akimkin, V.G., Klyuzhev, V.M., Rusakov, N.V., Galkin, V.V. (2003), *Organizatsionno-epidemiologicheskie aspektyi problemyi obezvezhivaniya othodov lechebno-profilakticheskikh uchrezhdeniy* [Organizational-epidemiological aspects of the problem of the neutralization of waste of medical and preventive establishments], *Problems of treatment of waste from the LPU.*, pp.9-10.
6. *Poryadok organizatsiyi zboru vid naselelnya nebezpechnih vidhodiv v chastini pobutovih (himichni dzherela strumu, rtutni lyuminestsentni lampi, visokotehnologichne smittya ta Inshe) ta podalshoyi Yih utilizatsiyi* [Procedure for the organization of collection of hazardous waste from the population in the part of domestic (chemical current sources, mercury fluorescent lamps, high-tech waste garbage, etc.) and their subsequent disposal] [Electronic resource] - Access mode: <http://golos.kievcity.gov.ua/files/2014/6/19/rozdil-2.pdf>.
7. *Poryadok organizatsiyi zboru vid naselelnya nebezpechnih vidhodiv v chastini pobutovih (himichni dzherela strumu, rtutni lyuminestsentni lampi, visokotehnologichne smittya ta inshe) ta podalshoyi Yih utilizatsiyi* [Procedure for the organization of collection of hazardous waste from the population in the part of domestic (chemical current sources, mercury fluorescent lamps, high-tech waste garbage, etc.) and their subsequent disposal] [Electronic resource] - Access mode: <http://golos.kievcity.gov.ua/files/2014/6/19/rozdil-3.pdf>.
8. *Programa OON z navkolishnogo seredovischa - PIDprograma UNEP po himichnim rehovinam Metodichne keivnitstvo po viyavlennyu ta kilksinIv otsintsi vikidIv dloksinIv i furaniv* [United Nations Environment Program - UNEP Subprogram for Chemicals Methodical guidance on the detection and quantification of dioxin and furan emissions] [Electronic resource] - Access mode: <https://www.unep.org/ru>.
9. Kalustova, S. (2013), *Povodzhennya z vIhdodami v medichnomu zakladI: teoriya ta praktika* [Handling of waste in a medical institution: theory and practice], *Medical practice: organizational and legal aspects*, no. 3, pp. 76-80.
10. *Pich-Incinerator SR-50 mobile «ATI Incinerateurs MULLER» (FrantsIya) [Pen-Incinerator SR-50 mobile ATI Incinerateurs MULLER (France)]* [Electronic resource] - Access mode: [http://pdf.medicaexpo.com/pdf/ati-environnement/ati-incinerateurs-muller-model- cp / 79214-79917- \\_2.html](http://pdf.medicaexpo.com/pdf/ati-environnement/ati-incinerateurs-muller-model- cp / 79214-79917- _2.html).
11. *Preyskurant tsin na poslugi zbirannya, zberigannya, utilizatsiyi i zneshkodzhennya nebezpechnih vidhodiv na 2017 rik* [Price list for the services of collection, storage, utilization and disposal of hazardous waste by 2017] [Electronic resource] - Access mode: [http://er-tec.com.ua/?page\\_id=2337](http://er-tec.com.ua/?page_id=2337).

Стаття надійшла 13.11.2017.