

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки
Кафедра екології та охорони довкілля

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Сучасний стан щодо удосконалення системи поводження
з медичними відходами Одеської області

Виконав студент групи МЕБ-19 (з/ф)
спеціальності 101- Екологія
Данкевич Віталій Іванович

Керівник д.г.-м.н., проф.
Сафранов Тамерлан Абісалович

Рецензент д.геогр.н., проф.
Берлінський Микола Анатолійович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 Факультет магістерської підготовки
 Кафедра екології та охорони довкілля
 Рівень вищої освіти магістр
 Спеціальність 101- Екологія
 Освітньо-професійна програма «Екологічна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри екології
та охорони довкілля
Сафранов Т.А.
25 жовтня 2020 року

З А В Д А Н Н Я
 НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Данькевичу Віталію Івановичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Сучасний стан щодо удосконалення системи поводження з медичними відходами Одеської області

Керівник роботи Сафранов Тамерлан Абісалович, д.г.-м.н., професор
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 16 жовтня 2020 р. №194 «С»

2. Строк подання студентом роботи в 08 грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи: огляд джерел інформації щодо принципів медичних відходів та їх класифікації; аналіз методів поводження з медичними відходами; інформація щодо стану поводження з медичними відходами в Одеській області

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): характеристика та принципи класифікації медичних відходів; основні методи поводження з медичними відходами; сучасний стан та можливості удосконалення системи поводження з медичними відходами Одеської області

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): схема класифікації медичних відходів та поводження з ними; апарати і установки для поводження з медичними відходами; схема оцінки надійності методів поводження з медичними відходами; ієрархія поводження з відходами; принципова схема поводження з медичними відходами в Україні тощо.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання	завдання прийняв
	<i>немає</i>		

Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Огляд літературних даних щодо медичних відходів і принципів їх класифікації</i>	<i>26.10.20-30.10.20</i>	90	<i>5(відмінно)</i>
2	<i>Огляд літературних даних щодо методів знезараження, знешкодження та переробки медичних відходів</i>	<i>31.10.20-08.11.20</i>	90	<i>5(відмінно)</i>
3	<i>Аналіз особливостей поводження з медичними відходами в регіонах України</i>	<i>09.11.20-15.11.20</i>	90	<i>5(відмінно)</i>
	<i>Рубіжна атестація</i>	<i>16.11.20-21.11.20</i>	90	<i>5(відмінно)</i>
4	<i>Особливості поводження з медичними відходами на території Одеської області.</i>	<i>22.11.20-24.11.20</i>	90	<i>5(відмінно)</i>
5	<i>Оцінка сучасного стану і шляхів удосконалення системи поводження з медичними відходами в Одеській області</i>	<i>25.11.20-29.11.20</i>	90	<i>5(відмінно)</i>
6	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.</i>	<i>30.11.20-05.12.20</i>	90	<i>5(відмінно)</i>
7	<i>Підготовка остаточної версії магістерської кваліфікаційної роботи та презентаційного матеріалу до публічного захисту в екзаменаційній комісії. Рецензування роботи.</i>	<i>06.12.20-08.12.20</i>	90	<i>5(відмінно)</i>
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

Студент

(підпис)

Керівник проекту

(підпис)

(до десятих)

Данкевич В.І.
(прізвище та ініціали)

Сафранов Т.А.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Сучасний стан щодо удосконалення системи поводження з медичними відходами Одеської області. Данкевич В.І.

Актуальність теми. Медичні відходи (МВ) слід розглядати та оцінювати як фактор не тільки прямого, але й опосередкованого ризику інфекційних та незаразних захворювань серед населення через можливе забруднення майже всіх компонентів навколишнього середовища. Тому проблема поводження і класифікації МВ є надзвичайно актуальною.

Мета роботи є аналіз існуючих уявлень щодо поводження з МВ та обґрунтування ефективної системи поводження з ними на території Одеської області

Об'єкт дослідження – небезпечна складова потоку твердих побутових відходів.

Предмет дослідження – обґрунтування системи поводження з медичними відходами (на прикладі міста Одеської області).

Методи дослідження. Дослідження магістерської роботи базуються на критичному аналізі, синтезі, аналогії та узагальненні інформації щодо управління та поводження з МВ та їх складовими. При виконанні роботи були використані опубліковані дані, а також матеріали власних досліджень.

Результати дослідження, їх новизна, теоретичне та практичне значення. Запропонована класифікація, в якій МВ поділяється на відходи лікувально-профілактичних установ гуманітарної та ветеринарної медицини, комунальної та промислового сектору. Розроблена класифікація є ключовим елементом системи очищення МВ. Наукова новизна одержаних результатів полягає в обґрунтуванні обґрунтування системи поводження з МВ та їх складовими (на прикладі Одеської області). Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання запропонованої системи поводження з медичними відходами та їх складовими для поліпшення екологічного і санітарно-епідеміологічного стану на території Одеської області.

Рекомендації щодо використання отриманих результатів роботи з зазначенням галузі застосування. Отримані результати сприятимуть створенню ефективної системи поводження з МВ в Одеській області.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань (34 найменування). Робота містить 12 рисунків, 2 таблиці. Загальний обсяг роботи - 83 сторінки.

Ключові слова: тверді побутові відходи, медичні відходи, поводження з відходами.

SUMMARY

The current state of improvement of the management system with medical waste of Odessa region. Dankevich V.I.

Topic relevance. Medical Waste (MW) shall be considered and evaluated as a factor not only of a direct but also indirect risk of infectious and non-communicable diseases among the population because of possible contamination of almost all components of the environment. Therefore, the problem of management and classification of MW is extremely relevant

The purpose of the work is to analyze the existing ideas about MW management and substantiate the effective system of waste management in the city of Odessa.

Object of the stud is a hazardous component of the solid waste stream.

Subject of the study is the substantiation of the medical waste management system (on the example of the city of Odessa region).

Research methods. Research of the master's thesis is based on critical analysis, synthesis, analogy and generalization of information on the management and treatment of MW and their components. The published data, as well as materials of own researches were used at performance of work.

Results of the study. A classification is proposed, in which MW is divided into waste treatment and prevention facilities of the humanities and veterinary medicine, utilities and industry. The developed classification is a key element of the MW purification system. *The scientific novelty* of the obtained results lies in the substantiation of the substantiation of the system of treatment of MW and their components (on the example of Odessa region). *The practical significance* of the obtained results lies in the possibility of using the proposed system of medical waste management and their components to improve the ecological and sanitary-epidemiological situation in the Odessa region.

Structure and scope of work. The master's thesis consists of an introduction, three sections, conclusions, a list of references (34 titles). The work contains 12 figures, 2 tables. The total volume of the work is 83 pages.

Keywords: solid municipal waste, medical waste, classification, waste management.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ПРИНЦИПИ КЛАСИФІКАЦІЇ МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ.....	12
2 ОСНОВНІ МЕТОДИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ, ЗНЕСКОДЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ.....	20
3 СУЧАСНИЙ СТАН ТА МОЖЛИВОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З МЕДИЧНИМИ ВІДХОДАМИ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ	56
3.1 Основні принципи поводження з медичними відходами.....	56
3.2 Сучасний стан та особливості поводження з медичними відходами Одеської області	61
ВИСНОВКИ.....	75
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	78
ДОДАТКИ	82

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВЛПЗ – відходи лікувально-профілактичних закладів

ВМП – вироби медичного призначення

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я

ГДК – гранично допустима концентрація

ЗОЗ – закладами охорони здоров'я

ЗР – забруднююча речовина

КПС – комунально- побутовий сектор

ЛЗ – лікарський засіб

ЛПЗ – лікувально-профілактичний заклад

ЛПУ – лікувально-профілактичні установа

МВ – медичні відходи

ТМВ – тверді муніципальні відходи

НПС – навколишнє природне середовище

ПГС – парогазова суміш

ТПВ – тверді побутові відходи

ФП – фармацевтичне підприємство

ВСТУП

Актуальність теми. На сьогодні в Україні збільшуються обсяги накопичення відходів, кількість полігонів і звалищ для їх захоронення, погіршується санітарний стан населених пунктів. Ситуація з відходами виробництва та споживання в Україні відрізняється від інших розвинутих країн світу полягає у великих обсягах утворення різноманітних відходів та у відсутності ефективної системи управління та поводження з ними.

За даними «Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» [1], обсяги утворення твердих побутових відходів (ТПВ) в Україні у 2016 р. становили 11 млн. т. Незважаючи на те, що протягом останніх 20 років чисельність населення України постійно скорочується, обсяги утворення ТПВ збільшуються. Показник утворення ТПВ в Україні, становить, в середньому, 250-300 кілограмів щороку на людину і має тенденцію до зростання. Домінуючим способом поводження з ТПВ залишається, як і раніше, їх вивезення та захоронення на полігонах і сміттєзвалищах (а це 94% від загальної кількості). Станом на 2016 рік в Україні налічувалося 5470 звалищ (полігонів), з яких 305 (5,6 %) перевантажені, а 1646 одиниць (30%) не відповідають нормам екологічної безпеки. Крім того, щороку утворюється понад 27 тис. несанкціонованих сміттєзвалищ.

Потік ТПВ може вмістити компоненти, що мають фізико-хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, та створювати екологічну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я населення, що зумовлює обґрунтування спеціальних методів і засобів поводження з ними. Серед небезпечної складової ТПВ особливе місце займає медичні відходи (МВ). За різними оцінками щорічно в регіонах України утворюється від 350 до 380-400 тис. т МВ, які утворюються не тільки в закладах охорони здоров'я (ЗОЗ), але і в об'єктах комунально-побутового сектора (КПС). Детальних досліджень щодо кількості МВ в потоці відходів КПС не проводилося, тому говорити про їх частку у ТПВ можна тільки імовірно,

ґрунтуючись на логічному міркуванні. Якщо вважати, що лише в ЛПУ утворюється тільки 1% від кількості усіх ТПВ, то з урахуванням того, що щорічно в країні утворюється близько 11 млн. т ТПВ, кількість МВ може становити 110 тис. т/рік. Оскільки близько чверті населення не охоплені послугами з вивезення ТПВ, то існують безліч несанкціонованих звалищ сміття. З урахуванням розосередженості МВ у складі ТПВ виникає загроза санітарно-епідеміологічному стану у багатьох регіонах. Значна частина МВ вивозиться на полігони та несанкціоновані звалища внаслідок безвідповідальності керівників ЗОЗ, недостатності та недоступності потужностей з оброблення та видалення медичних відходів.

МВ розглядаються і оцінюються як фактор не лише прямого, але й опосередкованого ризику виникнення інфекційних і неінфекційних захворювань серед населення через можливе забруднення практично всіх складових довкілля – води, повітря, ґрунту, продуктів харчування, внутрішньолікарняного середовища. Потенційно інфіковані МВ представляють епідеміологічну небезпеку. Поширення вірусу COVID-19 загострило проблему МВ в Україні, де поки що сформована система управління та поводження із цими небезпечними відходами, які у більшості випадків відбувається на сміттєзвалищах ТПВ. Сучасна ситуація погіршується через збільшення кількості інфекційних хворих та збільшення кількості МВ у вигляді одноразових засобів захисту персоналу лікарень та населення. Тому мінімізація обсягів генерації, обґрунтування шляхів екологічно безпечної утилізації, знешкодження МВ видалення є надзвичайно актуальною проблемою, особливо під час епідемії коронавірусу (COVID-19).

Мета роботи є аналіз існуючих уявлень щодо поводження з медичними відходами та обґрунтування ефективної системи поводження з ними на території Одеської області. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

– надати загальну характеристику медичних відходів та принципи їх класифікації стосовно до умов України;

- провести аналіз існуючих основні методи знезараження, знешкодження та переробки медичних відходів;
- проаналізувати основні принципи поводження з медичними відходами;
- охарактеризувати сучасний системи поводження з медичними відходами та їх окремими компонентами та шляхи його удосконалення в Одеській області.

Об'єкт дослідження – небезпечна складова потоку твердих побутових відходів.

Предмет дослідження – обґрунтування системи поводження з медичними відходами (на прикладі міста Одеської області).

Методи дослідження. Дослідження магістерської роботи базуються на критичному аналізі, синтезі, аналогії та узагальнення інформації щодо управління та поводження з медичними відходами та їх складовими. При виконанні роботи були використані опубліковані дані, а також матеріали власних досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в обґрунтуванні обґрунтування системи поводження з медичними відходами та їх складовими (на прикладі міста Одеса).

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання запропонованої системи поводження з медичними відходами та їх складовими для поліпшення екологічного і санітарно-епідеміологічного стану на території Одеси.

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно виконані всі етапи магістерської роботи – від збору, узагальнення, обробки і інтерпретації інформації до формулювання основних положень та висновків.

Апробація результатів роботи. Основні результати магістерської роботи доповідалися, обговорювалися на таких наукових конференціях: Міжнародна наукова конференції молодих вчених «Регіональні проблеми охорони довкілля» (1-3 червня 2020 р., Одеса, ОДЕКУ); «Сталий розвиток:

захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (23-25 вересня, Львів, Національний університет «Львівська політехніка»); «Безпека, захист та охорона природного середовища: фундаментальні і прикладні дослідження» (19-23 жовтня, Білгород, БДТУ імені В.Г. Шухова).

Публікації. За темою магістерської роботи у співавторстві опубліковано 3 наукові праці (статті та тези доповідей).

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань (34 найменування). Робота містить 12 рисунків, 2 таблиці. Загальний обсяг роботи - 83 сторінки.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ПРИНЦИПИ КЛАСИФІКАЦІЇ МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ

Термін «медичні відходи» законодавчо в Україні не закріплений.

У «Національній стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» [1] вони віднесені до категорії «специфічних видів відходів». До них відносяться відходи, які генеровані у процесі медичної діяльності, та є джерелом потенційно ризик для населення. МВ – відходи, що генерованими в лікувально-профілактичних закладах (ЛПЗ) та інших ЗОЗ, що проводять медичні процедури, незалежно від форми власності, в установах і ЛПЗ санаторного лікування, аптеках, науково-дослідних інститутах (НДІ) і навчальних закладах медичного профілю тощо.

Майже 70-80% відходів, генерованих ЗОЗ, що не мали контакту з біологічними рідинами пацієнтів, інфекційними хворими, та за складом схожі і окремими ТПВ (пляшки, флакони, банки, папір, канцелярське приладдя, упаковка, меблі, списані халати і постільна білизна, відпрацьоване діагностичне обладнання тощо), що зумовлює актуальність дослідження МВ у складі потоків ТПВ окремих міст і регіонів України.

Близько 10-25% МВ є небезпечними для довкілля і здоров'я населення, а саме: використані або невикористані гострі предмети (голки, шприци, скальпелі, піпетки, ножі); інфекційні відходи, що містять хвороботворні мікроби і несуть ризик передачі захворювання (тканини, забруднені кров'ю, лабораторні культури і мікробіологічні запаси); тканини, органи або рідини організму людини, частини тіла, ембріони, невикористані продукти крові; лікарські препарати із закінченим строком дії, частково використані флакони; відходи, що містять речовини з генотоксичними властивостями (відходи, що містять цитостатичні препарати, генотоксичні хімікати); відходи, що містять хімічні речовини (лабораторні реагенти, плівки, дезінфікуючі засоби,

аккумулятори, розбиті ртутні термометри і прилади для вимірювання кров'яного тиску) [1].

За визначенням Лондонської інструкції по відходам (1988 р.) МВ складаються з тканин людини або тварина, а також біологічних рідин людини (крові та ін.), продуктів життєдіяльності, фармацевтичних продуктів, бинтів чи одягу, предметів медичного догляду, шприців, голок та інших гострих предметів, що були у контакті з кров'ю або продуктами життєдіяльності, та можуть бути небезпечними для контактуючими з ними людьми.

За визначенням Базельської конвенції про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням (1989 р.), МВ отримані у результаті лікарського догляду за пацієнтами в ЗОЗ, а також відходи виробництва та переробки фармацевтичної продукції, непридатні фармацевтичні препарати.

За визначенням Міжнародного комітету Червоного Хреста [2], термін «медичні відходи» охоплює всі відходи, що утворюються в процесі медичних і діагностичних заходів. 75-90% МВ аналогічні твердим побутовим (муніципальним) відходам і не становлять особливої небезпеки. Серед них виділяють:

- 1) гострі предмети (відходи, що можуть травмувати);
- 2) відходи, що тягнуть за собою ризик зараження (містять кров, секрети або екскременти); анатомічні відходи (частини тіла, тканини, небезпечні для зараження); інфекційні відходи (містять велику кількість матеріалів, речовин або культур, що тягнуть за собою ризик поширення інфекційних агентів - культури інфекційних агентів, відходи інфекційних пацієнтів, поміщених в ізолятори);
- 3) фармацевтичні відходи (непридатні для подальшого використання ліки та ємкості від них); цитотоксичні відходи (цитотоксичні препарати з вичерпаним терміном придатності, обладнання, забруднене цитотоксическими речовинами); відходи, що містять важкі метали; хімічні

відходи (акумулятори, ртутьвмістні термометри і манометри, люмінесцентні лампи);

4) ємкості під тиском (газові балони, аерозольні балончики);

5) радіоактивні відходи (відходи, що містять радіоактивні речовини - радіонукліди, що використовуються в лабораторіях або в ядерній медицині, сеча або екскременти пролікованих пацієнтів).

Відповідно до СанПіН 2.1.7.728-99 «Правила збору, зберігання та видалення відходів лікувально-профілактичних установ» [3, 4], під відходами ЛПУ розуміються всі види відходів, що утворюються в лікарнях, диспансерах, станціях швидкої медичної допомоги, станціях переливання крові, установах тривалого догляду за хворими, НДІ та навчальних закладах медичного профілю, ветеринарних лікарнях, аптеках, фармацевтичних виробництвах, оздоровчих установах, санітарно-профілактичних установах, установах судово-медичної експертизи, медичних лабораторіях, приватних підприємствах по наданню медичної допомоги.

В СанПіН 2.1.7.2790-10 «Санітарно-епідеміологічні вимоги до поводження з медичними відходами») [5], відмічається, МВ утворюються в організаціях при здійсненні медичної та/або фармацевтичної діяльності, виконанні лікувально-діагностичних та оздоровчих процедур. Отже, це всі відходи ЛПУ, що утворюються в результаті діяльності (у т. ч. побутові відходи).

Зазначено, що важливою складовою системи управління та поводження з МВ є їх класифікація.

Експертами ООН розроблена і рекомендована класифікація за ступенем небезпечності (токсичності) речовин, що входять до складу МВ: окислені речовини; отруйні речовини; інфекційні речовини.

За СанПіН 2.1.7.728-99 «Правила збору, зберігання та видалення відходів лікувально-профілактичних установ» [3, 4], відходи ЛПУ поділяються на: *клас А* – безпечні; *клас Б* – небезпечні (ризикові);

клас В – надзвичайно небезпечні; *клас Г* – відходи, близькі за складом до промислових; *клас Д* – радіоактивні відходи.

За СанПіН 2.1.7.2790-10 «Санітарно-епідеміологічні вимоги до поводження з медичними відходами») [5] МВ в залежності від ступеня їх епідеміологічної, токсикологічної та радіаційної небезпеки, а також негативного впливу на довкілля, поділяються на п'ять класів небезпеки: *клас А* – епідеміологічно безпечні відходи, за складом наближені до ТПВ; *клас Б* – епідеміологічно небезпечні відходи; *клас В* – надзвичайно епідеміологічно небезпечні відходи; *клас Г* – токсикологічно небезпечні відходи 1-4 класів небезпеки; *клас Д* – радіоактивні відходи.

За М.Г. Проданчуком та ін. [6] МВ поділяються на п'ять класів: А, Б, Г, Д. *Клас А* – епідеміологічно безпечні відходи, що наближені за складом до ТПВ. *Клас Б* – епідеміологічно небезпечні відходи, що інфіковані та потенційно інфіковані, а також використаний медичний інструмент; предмети, забруднені кров'ю та іншими біологічними речовинами; органічні відходи хворих; харчові відходи із інфекційних відділень; лабораторні відходи. *Клас В* – надзвичайно епідеміологічно небезпечні відходи. *Клас Г* – токсикологічно небезпечні відходи. *Клас Д* – радіоактивні відходи.

І.В. Гуріна [7] на підставі критичного аналізу сучасних підходів до класифікації МВ в Україні виділяє саме ці класи небезпеки МВ, які були виділені М.Г. Проданчуком та ін. [6], урахує на їх морфологічний склад, а саме: *1 клас* – епідеміологічно безпечні відходи, що за складом наближені до ТПВ; *2 клас* – небезпечні відходи (біологічні, інфіковані, харчові – відходи їдалень з інфекційних відділень, вакцини живі, колючі/ріжучі предмети; *3 клас* – надзвичайно небезпечні відходи (біологічні; інфіковані; відходи лабораторій, що працюють з мікроорганізмами 1–2 груп патогенності; побутові відходи; відходи від хворих з анаеробною інфекцією); *4 клас* – лікарські засоби (лікарські препарати; пакування з-під лікарських; відходи, що утворилися в процесі виробництва лікарських засобів; відпрацьовані моторні та трансмісійні масла; нафтопродукти від миття вузлів і агрегатів; промаслене

ганчір'я; акумуляторні батареї; лом дорогоцінних, кольорових, чорних металів; кошторисів з території гаража і допоміжних служб і т. п.); 5 клас – відходи, що потребують спеціального поводження (відходи, що вмістять ртуть – ртутні термометри, люмінесцентні та бактерицидні лампи; радіоактивні відходи – радіоактивні компоненти).

Крім диференціації МВ за морфологічним складом, І.В. Гуріна [7] пропонує також збирання і сортування цих відходів в одноразові пакети різного кольору (1 клас – білого, 2 і 3 клас – жовтого або червоного, 4 клас – синього, 5 клас – чорного). Заповнені на 3/4 пакети рекомендується герметизувати, прикріплювати ярлик з інформацією щодо властивості відходів, а також плановий пункт їх призначення.

Медичні відходи КПС містять всі класи МВ (окрім класу Д – радіоактивних відходів [6]), але з деякими відмінностями:

Клас А – відходи, що не мали контакту з біологічними рідинами пацієнтів, інфекційними та шкірно-венерологічними хворими; харчові відходи, крім інфекційних; меблі, інвентар, що не містить токсичних елементів, неінфікований папір та упаковка тощо;

Клас Б – інфіковані та потенційно інфіковані відходи; голки, шприци, ампули, битий скляний посуд; предмети, забруднені кров'ю та іншими біологічними речовинами; харчові відходи від інфікованих хворих тощо;

Клас В – матеріали, що контактували з хворими на інфекційні хвороби;

Клас Г – лікарські та фармацевтичні відходи та відходи фармацевтичних препаратів; елементи живлення, предмети, що містять ртуть тощо.

На кафедрі екології та охорони довкілля ОДЕКУ розроблено класифікацію МВ [8, 9, 10, 11, 12], яка передбачає виділення таких категорій: відходи ветеринарних клінік (поліклінік); відходи гуманітарних лікувально-профілактичних установ; відходи комунально-побутового сектора (рис. 1.1)

Вперше відходи ветеринарних клінік (поліклінік) виділені в окрему категорію тому, що вони можуть бути інфіковані штамами мікроорганізмів, містити токсини тваринного походження, що поділяються за патогенною

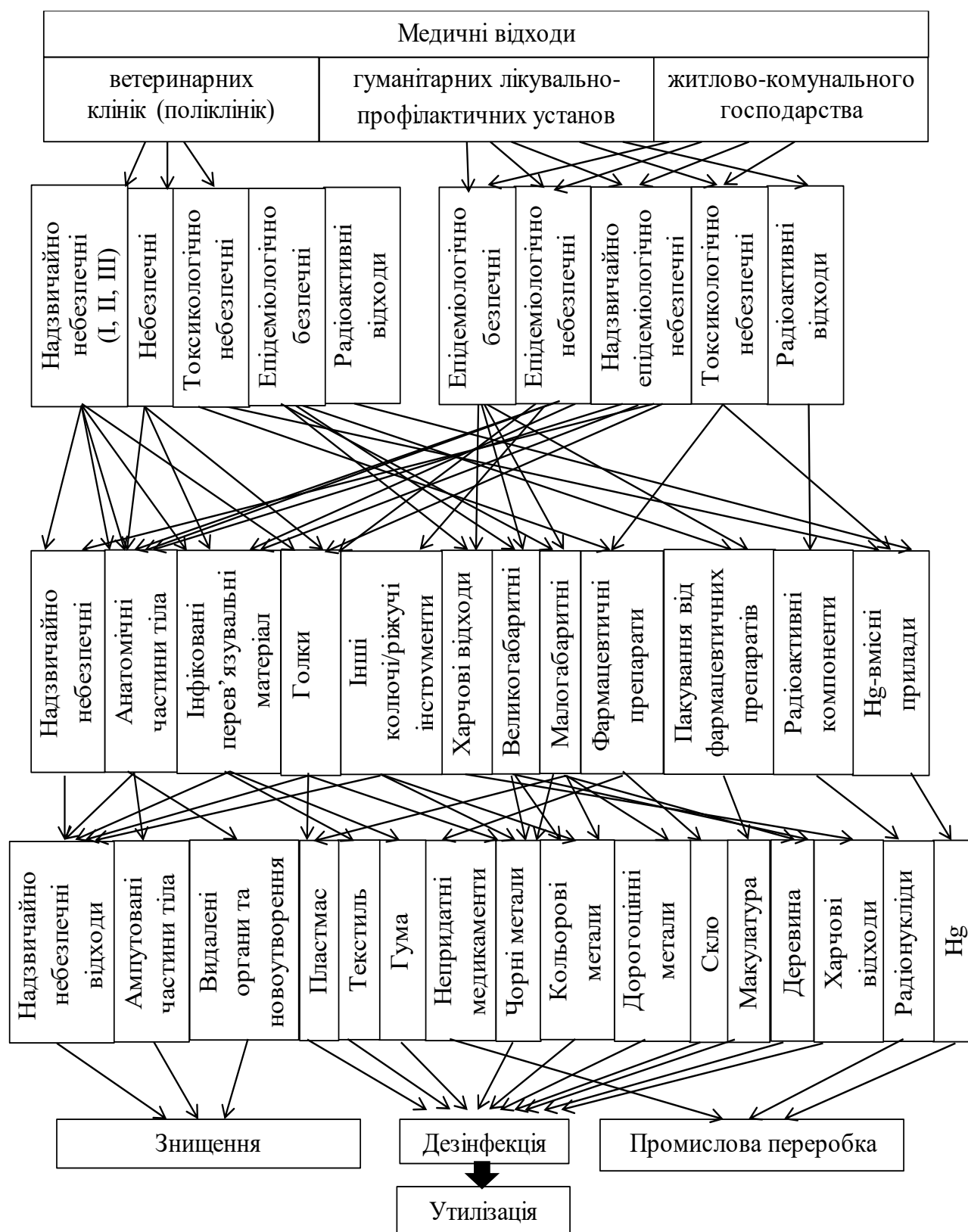


Рис. 1.1 – Схема класифікації медичних відходів та поводження з ними [12]

активністю. Крім того, до них відносяться токсикологічно і епідеміологічно безпечні, епідеміологічно небезпечні та радіоактивні відходи.

Відходи гуманітарних ЛПУ виокремлені за ступенем їх епідеміологічної небезпеки поділені згідно з класифікацією М.Г. Проданчука та ін. [6], але назву класу А обмежена обмежили лише словосполученням «епідеміологічно безпечні відходи». Крім того, склад ТПВ не зводиться до «відходів, що не мали контакту з біологічними рідинами пацієнтів, інфекційними та шкірно-венерологічними хворими; харчові відходи всіх ЛПУ. (крім інфекційних, в т. ч. венерологічних і фтизіатричних); меблі, інвентар, несправне або застаріле медичне та лабораторне обладнання, що не містить токсичних елементів, неінфікований папір і упаковка, будівельне сміття та сміття з територій ЛПУ» [6]. Більша частина МВ (а це 75-80% від загального обсягу) не містить в собі будь-якого особливого ризику для здоров'я людини або довкілля (наприклад, матеріали, які не були в контакті з пацієнтами – скло, папір, пакувальні матеріали, металеві, харчові або інші відходи, тотожні побутовим відходам), але решта – 20-25% з них відносяться до розряду екологічно небезпечних (зокрема, інфекційні, анатомічні і патологічні, хімічні і фармацевтичні та радіоактивні відходи, гострі предмети).

Єдиним юридичним документом, який конкретно регулює поведінку з МВ є «Державні санітарно-протиепідемічні правила і норми щодо поведінку з медичними відходами (затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.06.2015 р. за № 325). Згідно цього документу МВ поділяються на:

– *категорія А* – епідемічно безпечні медичні відходи – харчові відходи всіх відділень закладу, відходи, що не мали контакту з біологічними рідинами пацієнтів, побутові відходи (тверді, великогабаритні, ремонтні) всіх відділень закладу, крім інфекційних;

– *категорія В* – епідемічно небезпечні медичні відходи – інфіковані та потенційно інфіковані відходи, які мали контакт з біологічними середовищами інфікованого матеріалу;

– *категорія С* – токсикологічно небезпечні медичні відходи – відходи, що можуть становити загрозу хімічного характеру;

– *категорія D* – радіологічно небезпечні медичні відходи – матеріали, що утворюються в результаті використання радіоізотопів у медичних та/або наукових цілях, що перевищують допустимі рівні, встановлені нормами радіаційної безпеки.

Наведена класифікація є передумовою створення ефективної системи поводження з МВ в містах і регіонах України. Запропонована класифікація МВ класифікація є ключовою складовою системи управління та поводження з ними. Створення ефективної системи управління поводження з МВ сприятиме поліпшенню екологічного і санітарно-епідеміологічного стану навколишнього середовища на території України. Базуючись класифікацію МВ можна їх диференціювати, а також обґрунтувати шляхи поводження з ними в залежності від їх фізико-хімічних, епідеміологічних, токсичних та інших властивостей, тобто обирати методи і шляхи поводження з ними (знезараження, знешкодження, переробка тощо).

2 ОСНОВНІ МЕТОДИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ, ЗНЕСКОДЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ

У більшості країн (у т. ч. Україна), які ратифікували Базельську конвенцію 1992 року, норми і правила утилізації та транспортування медичних відходів базуються на її положеннях, що припускає використання технологій, що ведуть до знищення близько 90% медичних відходів та дезінфекції з подальшою утилізацією решти 10%. У той же час багато країн, як і раніше використовують для утилізації більшості медичних відходів метод поховання на полігонах з попередньою дезінфекцією.

Дезінфекція – це процес знищення або видалення збудників інфекційних хвороб людини і тварин в зовнішньому середовищі фізичними або хімічними методами знешкодження. При застосуванні методу хімічної дезінфекції знезараження медичних відходів здійснюється шляхом дії на них поверхнево-активних речовин [13].

До хімічних дезінфікуючих засобів належать: хлор і його сполуки (розчинні хлорного вапна, хлорамін); галогени (спирт, йодонат, розчин Люголя); окисники (перекис водню, перманганат калію); феноли (фенол, лізол); спирти (етиловий, метиловий); альдегіди (формалін, формальдегід).

Також до них можна віднести кислоти, луги, барвники, солі важких металів та інші. Хімічні речовини мають різну дію на мікроорганізми: бактерицидну (здатність вбивати бактерії); бактериостатичну (пригнічують їх життєдіяльність); віруліцидну (здатність вбивати віруси); фунгіцидну – (здатність вбивати грибки) тощо [14].

Характеристики, на основі яких вибирають ефективний дезінфікуючий засіб, включають в себе перш за все спектр антимікробної активності з урахуванням дії не тільки на бактерії і гриби, а також віруліцидний ефект щодо вірусів гепатиту і імунодефіциту людини [15].

Вартість таких засобів, а в деяких випадках і вартість обладнання для їх застосування також є важливою характеристикою. Ефективність застосування

дезінфектантів обумовлена, крім того, простотою застосування, гарною розчинністю у воді, тривалістю терміну зберігання, екологічною безпекою.

3% розчин хлораміну є традиційним засобом для обробки небезпечних інфікованих та потенційно інфікованих МВ. Традиційні хлорвмісні препарати мають високу антимікробну активність, але мають різкий запах, що дратує слизові оболонки очей і верхніх дихальних шляхів, викликають корозію металів, знебарвлюють пофарбовані вироби, мають низьку стабільність при зберіганні, інактивуються органічними речовинами і не мають миючих властивостей [16].

При цьому дезінфекцію хлораміном не слід вважати остаточним способом поводження з медичними відходами. Повне знищення інфекційного початку не гарантується через нерівномірність проникнення дезінфектанту та різну чутливість деяких мікроорганізмів до антимікробних препаратів. До того ж сам дезінфектант, що має III клас небезпеки, в останні роки став викликати стурбованість у зв'язку з утворенням (навіть відносно малих кількостей) токсичних побічних продуктів таких, як тригалогенметан, деякі неорганічні кислоти й хлоровані ароматичні сполуки. Це зумовлює можливі пролонговані впливи на навколишнє середовище, зокрема побічних продуктів хлораміну у стічних водах [13].

Термічні методи переробки відходів можна розділити на методи знезараження і методи знищення. У першому випадку відходи піддаються протягом деякого часу впливу невисокої температури (до 400°C; зазвичай 180°C протягом 1:00), чим досягається їх знезараження; у другому випадку температура досягає 800°C і вище, при цьому відходи згоряють, а що залишається зола, як правило, становить 3 – 5% від початкової маси.

Термічне знезараження. Термічні знезаражувачі вкрай рідкісні: високе енергоспоживання, значні витрати часу на нагрів відходів, а потім на їх охолодження - основні причини відсутності попиту. Крім того, всі подібного роду установки вимагають ті чи інші витратні матеріали (балони з інертним газом, спеціальні ємності або пакети для відходів).

Французька установка *Sterigerm* (рис. 2.1) являє собою апарат *Sterigerms* для пресування відходів, поміщених в спеціальні оригінальні пакети, при температурі 150°C.



Рис. 2.1 – Апарат *Sterigerms* для пресування відходів

На виході відходи являють собою спресований диск, покритий пластиковою оболонкою. Розроблено 2 моделі – з ємністю робочої камери 12 і 60 дм³. Тривалість циклу становить 55 хвилин. Зовні дуже симпатична, установка не отримала широкого поширення через високу вартість. Крім того, постійна необхідність в дуже недешевих пакетах для відходів теж не сприяє підвищенню попиту.

Sharp Blaster на ринку присутні близько десятка апаратів для знезараження невеликих кількостей відходів, переважно ін'єкційних шприців з голками. Незважаючи на деякі відмінності в дизайні, діють вони по одному і тому ж принципу: відходи збираються в спеціальний оригінальний (зазвичай 5-літровий) одноразовий контейнер, який після заповнення поміщається в апарат і нагрівається до температури 180°C. Неплавкі відходи при цьому не видозмінюються. Весь цикл займає 2 – 2,5 години. Типовий представник такого роду пристроїв – *Sharp Blaster* (Великобританія) настільний апарат, призначений для знезараження колючо-ріжучих відходів (рис. 2.2).



Рис. 2.2 – Апарат Sharp *Blaster* для знезараження коліччо-ріжучих відходів

Санкт-Петербурзьке ЗАТ «Турмалін» виробляє термічний знезаражувач ТЗ. Відходи (6 – 7 кг), вручну завантажуються в робочу камеру, нагріваються в середовищі вуглекислого газу до температури близько 200°C, в результаті чого відбувається загибель мікроорганізмів. Продуктивність такої установки невелика - близько 20 кг / год і широкого розповсюдження вона не отримала: потреба в балонах з вуглекислотою, порівняно невелика продуктивність у поєднанні з серйозною вагою (більше тони) і громіздкістю значно знижують привабливість цього обладнання.

Інсінерація. Термін «інсінератор» (від англ. *incinerate* – спалювати, спопеляє) абсолютно превалює над аналогічними: сміттєспалювач, крематорій, установка для вогневого (термічного) знешкодження (озолення, знезараження). Основні технологічні кроки: контрольоване спалювання МВ при температурі 850-900°C; інтенсивне насичення відхідних димових газів киснем та їх допалення при температурі 1100-1200°C не менше двох секунд з попереднім проходженням газів через факел пальника з температурою 1500°C; різке охолодження відхідних газів до температури 200°C, що виключає повторне утворення діоксинів; пиловловлювання «сухе» очищення відхідних

газів; абсорбування «сухе» або «мокре» хімічне очищення відхідних газів; адсорбція важких металів; випуск відхідних газів в атмосферу.

Основними недоліками використання інсінераторів є [17]:

– *Технічно складні.* Можуть містити безліч, в т. ч. високотехнологічних, вузлів і блоків, складних як у проектуванні, так і у виготовленні. Їх основний перелік: система завантаження, система вивантаження зольного залишку, система управління заслінкою, камера спалювання, камера змішання, камера допалювання, система розводки палива, пальники, водогрійний утилізатор, пиловловлювач (циклон), хімічний абсорбер (скруббер), адсорбер, димосос, комплект газоходів, КВП і система управління, система екологічного моніторингу, димова труба і т. д.

– *Громіздкі і важкі.* Містять габаритні і металомісткі конструкції. Крім того, усі камери і люки футеруються важкими вогнетривкими матеріалами.

– *Мають димову трубу.* Саме ця обставина є непереборною психологічним фактором-стереотипом для більшості противників впровадження інсінератору. Помилково вважають, виходячи із сумного досвіду експлуатації сміттєспалювальних заводів першого покоління, що димова труба є ознакою екологічної (зокрема діоксинової) небезпеки будь-якого спалює пристрої.

– *Вимагають серйозних капітальних витрат,* а саме - будівництво та / або облаштування приміщень, підведення комунікацій і т. д.

– *Вимагають палива,* як правило, дизельного або природного газу, витрата якого істотно залежить від морфології і калорійності самих МВ. Очевидно, що на пластик йде менше палива, а на перезволожені харчові відходи – більше.

– *Обмежені до вільного обігу.* Для їх виготовлення та експлуатації потрібна значна кількість сертифікатів, ліцензій, дозволів, експертиз, узгоджень і висновків.

– *Відносно висока ціна.* Це складне високотехнологічне обладнання. Його виготовлення та введення в експлуатацію завжди супроводжується

цілою низкою необхідних, але вельми дорогих заходів, а саме: проектування, розробка та захист в дозвільних та узгоджувальних органах розділу «Охорона навколишнього середовища» проекту, розробка технічної документації, доставка устаткування, монтаж, навчання персоналу, коректування технологічних режимів за фактичною морфології відходів тощо.

Основними перевагами використання інсінераторів є [17]:

– *Універсальність.* Надійно знищують і знешкоджують МВ всіх класів (крім ртутьвмісних і радіоактивних), а заодно і всю біоорганіку, інструменти, спецодяг, прострочені ліки, наркотики, ТПВ і т. д.

– *Повне знищення МВ.* Вірніше, їх органічної складової з залишком не більше 3-5%, так як неорганіка не горить в принципі. Скло, метал і каміння випадають в зольний залишок, але вони оплавлені і повністю знешкоджені.

– *Повна епідеміологічна безпечність.* У природі не існує вірусів, здатних вижити при таких температурах. Крім того, МВ завантажуються в інсінератор без будь-яких попередніх маніпуляцій (сортування, дозування, пересипання і т.д.), в тій же тарі (мішки, коробки), в якій їх і привезли (принесли), що виключає їх контакт з оператором.

– *Екологічна безпечність.* Гарантується IV клас небезпеки зольного залишку і не більше 10% від дозволених ГДК по всіх відомих шкідливим викидам (фтор, хлор, діоксини, оксиди азоту і т.д.) на кордоні встановленої санітарно-захисної зони.

Основною небезпекою при спалюванні є утворення діоксинів. Відомо, що діоксини і споріднені з ними сполуки становлять велику групу забруднюючих речовин довкілля – супер-токсикантів, критерії яких ще не знайшли відображення в жодній з існуючих класифікацій токсичності і небезпеки хімічних речовин. Біологічною активністю володіють їхні поліхлоровані, полібромовані похідні. Теоретично можливе існування 568 сполук. Спочатку припускали, що найбільшу токсичність мають лише діоксини, що містять 4-6 атомів хлору з латеральним фрагментом 2, 3, 7, 8-Cl. На першій міжнародній конференції «Діоксини» (Рим) в це число включили

9 хімічних сполук. До 1984 року сформувалося уявлення про так звану «брудну дюжину». Найбільшою токсичністю характеризується 2,3,7,8 – тетрахлордібензодіоксин (2,3,7,8–ТХДД). За гостротою токсичності він значно перевищує синтетичні і природні токсини (кураре, стрихнін, ціаніди та ін.), поступаючись токсичності речовин білкового походження – токсину ботулізму, тетанотоксину і дифтерійного токсину. Небезпека 2,3,7,8–ТХДД полягає не тільки в його токсичності і віддалених впливах, у тому числі на генетичні рівні, а й в особливості поведінки в навколишньому середовищі. У звичайних умовах – це хімічно інертне хімічна сполука, що не руйнується кислотами і лугами, мало розчинне у воді і більшості органічних розчинників, але має високу ліпідofilність. Період напіврозпаду 2,3,7,8–ТХДД у ґрунті перевищує 10 років. Ефективне термічне розкладання 2,3,7,8–ТХДД відбувається лише при 1200-1400 °С [18].

Саме ці обставини і призвели до їх повсюдної і справедливої обструкції, закриття та реконструкції на основі нової європейської Директиви ЄС 2000/76, жорстко регламентує технологію спалювання відходів за схемою: «спалювання відходів при 850-900°C + допалювання димових газів при 1100-1200°C не менше двох секунд + надійне газоочищення». У сучасних інсинератор повністю реалізована саме ця технологія.

Свого часу помилково вважалося, що можна істотно мінімізувати рівні всіх шкідливих викидів за рахунок більш високих температур допалювання, наприклад, із застосуванням плазмотронів при 3000-5000°C. Виявилось, що це не так. Натурні експерименти чітко показали - при збільшенні температур більш 1300°C рівні практично всіх викидів стабілізуються, а рівень окислів азоту, речовини не менш небезпечного, ніж діоксини, росте в геометричній прогресії, при тому, що прийнятних технічних рішень для їх ефективної фільтрації на сьогоднішній день не існує [17].

У свою чергу, ВООЗ декларує наступні положення, що стосуються переробки МВ: 1) матеріали, що містять хлор (наприклад, контейнери для крові та кровозамінників, внутрішньовенні катетери, планшети і т. д.) або

важкі метали типу ртуті (наприклад, зламані термометри) ніколи не повинні спалюватися; 2) використання всіма виробниками однієї і тієї ж пластмаси для виготовлення шприців та інших виробів одноразового застосування, щоб полегшити рециркуляцію; 3) переважне використання медичних пристроїв, що не містять полівінілхлориду; 4) розробка та розвиток безпечних варіантів рециркуляції скрізь, де це можливо (для пластмаси, скла і т. д.); 5) розробка та першочергове впровадження нових, альтернативних спалюванню, технологій управління відходами; 6) заохочення державами принципів екологічно чистого управління охороною здоров'я згідно з Базельською Угодою.

ВООЗ допускає використання інсинерації МВ в тих країнах, які не мають екологічно безпечних варіантів для управління відходами охорони здоров'я. Але в цих випадках повинні виконуватися наступні рекомендації: 1) використання нових, сучасних методів у проекті установки для спалювання відходів, при її будівництві, оснащенні та обслуговуванні (наприклад, попередній підігрів; розрахунок продуктивності для виключення перевантаження; спалювання при температурі не нижче 800°C і т. д.); 2) використання сортування, щоб обмежити спалювання відходів, що виділяють при нагріванні токсичні речовини; 3) постійний контроль і виправлення поточних недоліків у навчанні оператора і здійсненні управління, які призводять до погіршення роботи установок для спалювання відходів.

Треба відзначити, що метод інсинерації цілком придатний для знищення (кремації) великих кількостей біомаси (трупи тварин, масивні операційні відходи і т. д.). Альтернативою йому в даному випадку може служити тільки піроліз і захоронення.

Піроліз. Альтернативою інсинерації є технології, що передбачають попереднє розкладання органічної складової відходів в безкисневій атмосфері (піроліз), після чого утворена концентрована парогазова суміш (ПГС) прямує в камеру допалювання, де в режимі керованого дожигу газоподібних продуктів відбувається перехід токсичних речовин в менш або повністю безпечні.

Принциповою особливістю безкисневих піролізних технологій знищення відходів, що дозволяє забезпечити екологічну безпеку викидів, у тому числі і хлорвмісних, є можливість керованого спалювання при високій температурі концентрованої нерозбавленою парогазової суміші (теплота згоряння 6680-10450 кДж/м³), що дозволяє забезпечити високу (1200-1300 °С) температуру всього обсягу продуктів згоряння. Але слід брати до уваги, що при піролізі хлорвмісних матеріалів активний хлор в камері термічного розкладання негайно реагує з обов'язковим продуктом піролізу будь органіки – воднем, утворюючи стійку сполуку *HCl*, яку обов'язково треба нейтралізувати на стадії доочищення. Зате тим самим запобігає утворенню діоксинів і фуранів.

Наприклад, на російському ринку медичної техніки найширше представлені дві установки піролізу: «ЕЧУТО» і французька «Мюллер» (рис. 2.3).



Рис. 2.3 – Установка російського виробництва «ЕЧУТО»

Технологія знищення МВ методом піролізу може застосовуватися також в лікувальних установах, НДІ та інших організаціях, які здійснюють медичну і / або фармацевтичну діяльність. Технологія піролізу може бути застосована до біоорганічної та МВ (клас А і Б). Основні переваги піролізу: 1) можливість знищення органічних матеріалів; 2) переробка хлорвмісних відходів; 3) висока екологічна безпека викидів ЗР. Слід також зазначити, що це один з методів утилізації небезпечних відходів, в якому можливе отримання комерційних фракцій. Залежно від складу утилізованих відходів передбачено отримання таких продуктів, як: піролізне масло в обсязі 65-75% від ваги; технічний вуглець обсягом 5-15% від початкової ваги. Процес піролізу є контрольованим, що дозволяє управляти спалюванням відходів. Активний хлор, що виділяється в процесі газифікації хлорвмісних матеріалів, відразу нейтралізується, що виключає шкідливі викиди. При обробці МВ з галогеновими сполуками також не утворюються токсичні речовини. У порівнянні з іншими технологіями термічного знищення, технологія піролізу не вимагає попереднього знезараження відходів та сортування; передбачає роботу з матеріалом, що містить до 50% рідких фракцій і вологістю загальної маси до 90%.

Плазмова технологія. У плазмових системах використовується електричний струм, який іонізує інертний газ (наприклад, аргон), і формує електричну дугу з температурою близько 6 000 °С. Медичні відходи в цих установках нагріваються до 1 300 - 1 700 °С, в результаті чого знищуються потенційно патогенні мікроби і відходи перетворюються в гладкий шлак, металеві злитки і інертні гази.

Спалювання відходів перетворює відходи в попіл, димові гази, тверді частинки в тепло, що передбачає вироблення електроенергії. Топкові гази повинні бути очищені від поллютантів, перш ніж вони розсіюються в атмосферу. Для переробки МВ зазвичай використовуються три типи установок для спалювання: решітки для спалювання відходів, обертові печі для спалювання відходів і невеликі установки для спалювання відходів.

Колосникові і обертові печі для спалювання відходів розглядаються як технології на рівні витворів мистецтва, в той час як невеликі установки для спалювання є більш базовою технологією спалювання.

Вимушене скорочення використання установок для спалювання відходів створило нову промисловість - *альтернативних систем обробки МВ*. В даний час існує більше сорока таких технологій, вироблених більш ніж сімома десятками виготовлювачів в Сполучених Штатах, Європі, на Близькому Сході і в Австралії. Ці системи різняться за потужністю, ступенем автоматизації і скороченням об'ємів, але всі вони використовують один або кілька таких методів: нагрівання відходів мінімум до 90 - 95 °С за допомогою мікрохвильових печей, радіохвиль, гарячого масла, гарячої води, пари, або перегрітих газів; обробка відходів хімікаліями типу гіпохлориту натрію або діоксиду хлору; обробка відходів гарячими хімікаліями; обробка медичних відходів джерелом радіації.

Для знешкодження більшості небезпечних МВ досі широко використовується метод термічної обробки, але все більш популярними стають інші методи переробки МВ, які не використовують спалювання і виділяють менше токсичних поллютантів в довкілля (наприклад, автоклавування).

Автоклавування широко використовується для дезінфекції або стерилізації медичних інструментів. Автоклави дезактивують мікроби під впливом тепла, вологи і тиску, коли здійснюються коагуляція білків. Оскільки забруднені медичні інструменти і приладдя можуть містити багато патогенних мікробів автоклави також все частіше використовується для дезінфекції МВ. Важливим критерієм ефективності для автоклавів є ефективність технології мікробної інактивації. Державне і територіальне об'єднання по альтернативним технологіям переробки (СТААТТ) визначило кількісно 4 рівні дезінфекції, в яких IV рівень еквівалентний майже 100% зменшенню вегетативних бактерій, грибів, всіх вірусів, мікобактерій, і *Bacillus stearothermophilus*. Результати автоклавування мають значно менші обсяги

небезпечних скидів полутантів у порівнянні зі спалюванням і тому розглядається як екологічно небезпечна технологія.

Подрібнення. Для зведення до мінімуму проблему холодного острова, були розроблені системи, які застосовують механічну обробку (подрібнення) до обробки паром, тим самим покращуючи передачу тепла у відходи, досягаючи більш рівномірного нагріву одночасно роблячи відходи невпізнаними і забезпечують систему переробки як безперервного (а не періодичного) процесу. Подрібнювач також можна використовувати після процесу переробки.

Системи подрібнення МВ, хоча і мають велику перевагу їх зменшення, не вимагають інтенсивного технічного обслуговування і відомі своїми регулярними виходами з ладу. Сучасні методи поводження з МВ вказують на те, що попереднє подрібнення не повинно бути зроблено до дезінфекції для захисту працівників від впливу патогенних мікробів.

Результати автоклавування мають значно менші обсяги небезпечних скидів ЗР у порівнянні зі спалюванням і тому розглядається як екологічно чиста технологія. Більшість лікарень вже мають досвід роботи з автоклавами, так як вони використовують його для дезінфекції медичного обладнання. Витрати на одиницю продукції з використання автоклавів (за винятком подрібнення) є відносно низькими.

Хімічне знезаражування. При хімічному знезаражуванні подрібнені або не подрібнені відходи піддаються впливу хімічних речовин, в результаті чого втрачають свою епідеміологічну безпеку. Існує кілька способів нейтралізації відходів за допомогою різних речовин, але в основному ці способи не знайшли практичного застосування внаслідок того, що одержуваний продукт сам потребує нейтралізації - вирішуючи завдання епідеміологічної безпеки, такі системи створюють токсикологічні проблеми. Наприклад, деякі компанії запропонували використовувати для обробки відходів негашене вапно (наприклад, *Matrix* в Австралії та *Positive Impact Waste Solutions* в США). Проблема – це кінцевий продукт з високим значенням

водневого показника ($pH = 10,5-11,0$), який сам по собі є небезпечними відходами. Найбільш вдалою розробкою можна вважати хімічний утилізатор Стерімед-1 (*Sterimed-1*) і його зменшений варіант Стерімед-Юніор (*Sterimed-Junior*), які виробляються в Ізраїлі (рис. 2.4).



Рис. 2.4 – Установка *Sterimed-1*

У цих апаратах відбувається механічне подрібнення завантажених відходів (що робить їх непридатними для повторного використання) з одночасною обробкою дезінфікуючою рідиною Стеріцид (*Stericid*), що складається з глютарового альдегіду, складів четвертинного амонію та алкоголю. За один цикл тривалістю 15-20 хвилин установка Стерімед-1 здатна переробити близько 70 дм^3 відходів. Вивантаження в підставлену попередньо ємність відбувається автоматично, відпрацьований дезінфектант сепарується і зливається в каналізацію.

Установки переробляють практично будь-які МВ, крім біологічних. Слід уникати великих кількостей скляних і пластикових відходів, які виводять з ладу подрібнювач. Серед достоїнств такого способу переробки відходів треба відзначити порівняно невеликі габарити обладнання, відсутність утворення в ході знезараження токсичних речовин (хоча дезінфектант сам по собі токсичний) і значно меншу, у порівнянні з інсінератором, вартість. Стерімед-

1 можна встановити у порівняно невеликому приміщенні, для його обслуговування достатньо отримати інструктаж у постачальника.

Хімічна переробка припускає використання дезінфікуючих засобів для дезінфекції відходів (Cl_2 , O_3 , CH_2O , C_2H_4O тощо) для стерилізації МВ. Для підвищення впливу на МВ цих хімічних агентів процес включає подрібнення або змішування. Після хімічної дезінфекції рідкі відходи промиваються і скидаються в систему міської каналізації, а тверді піддаються захороненню у складі ТПВ.

Хімічна дезінфекція може залишити по собі побічні продукти процесу переробки, які до сих пір становлять небезпеку для здоров'я людини або навколишнього середовища. Хімічні небезпеки є ще однією потенційною проблемою, пов'язаною із системами, основанийими на дії хімічних речовин. Якщо небезпечні хімічні речовини є у відходах, ці токсичні речовини викидаються в атмосферу і стічні води, залишаються у відходах, що забруднюють звалища; або вони можуть вступати в реакцію з хімічними дезінфікуючими речовинами, утворюючи інші поєднання, які можуть бути небезпечними.

Головним *недоліком* хімічних утилізаторів є необхідність постійного використання дорогого запатентованого дезінфектанту, за відсутності якого процес втрачає сенс. Крім того, після обробки в хімічних знезаражувачах медичні відходи класів Б і В [6] залишаються небезпечними і не можуть надалі оброблятися спільно з відходами класу А. Велика ціна технічного обслуговування і запасних частин (наприклад, подрібнювача), також змушує деяких потенційних покупців відмовитися від придбання таких установок.

Термохімічне знезараження. Термохімічні установки поєднують нагрівання відходів з обробкою їх дезінфікуючими складами. Зарекомендувала себе установка Ньюстер (*Newster*) - рис. 2.5, в якій завантажені в реакційну камеру відходи подрібнюються швидко обертаючись в горизонтальній площині масивними гострими ножами. Одночасно, за

рахунок тертя подрібнених відходів об стінки камери, відбувається їх нагрівання до 150 - 160 °С. При цьому в камеру впорскується розчин гіпохлориту натрію ($NaClO$).



Рис. 2.5 – Установка італійського виробництва *Newster*

Знезараження відходів відбувається внаслідок їх нагрівання і контакту з продуктами гіпохлориту (газоподібним хлором і окисом хлору). Токсичність і вибухонебезпечність утворених газів обумовлюють необхідність оснащення установки потужними фільтровентиляційними пристроями і, як наслідок, обмеженість її застосування. Деякі користувачі відзначають значну дорожнечу змінюваних ножів, які швидко виходять з ладу, подразнення слизових оболонок у обслуговуючого персоналу, а також підвищене шумове забруднення установкою в процесі роботи. До переваг цього апарату варто віднести хорошу продуктивність (100 - 130 дм³ відходів за годину) і високу ступінь подрібнення, а отже, і зменшення об'ємів відходів (за умови справності ножів). Установка Ньюстер (*Newster*) призначена для переробки несортіваних МВ (за винятком значних кількостей біомаси і токсичних відходів). Переробка скла та пластику сильно прискорює вихід з ладу

подрібнюючих ножів. Загальна вага установки (камера стерилізації, фільтровентиляційної шафи і шафи управління) – трохи більше тони і вимагає окремого приміщення площею не менше 12 м². Може обладнуватися автоматичним збирачем перероблених відходів.

Знезараження відходів за допомогою мікрохвильового опромінення є також процесом дезінфекції, що використовує пару, так як вода додана до відходів і дезінфекція відбувається завдяки дії вологого тепла і пари, що виробляється за допомогою мікрохвильової енергії. Різні дослідження показують, що летальна дія мікрохвиль на патогенні мікроби, насамперед, відбувається через вологе тепло; без води або пари мікрохвильова енергія сама по собі не призводить до суттєвої інактивації клітин.

Довжина мікрохвиль в кілька сантиметрів, які розташовані в електромагнітному спектрі між радіохвилями та інфрачервоним світлом. Мікрохвильова система знезараження складається з дезінфекції області або камери, в яку мікрохвильову енергію направляють від мікрохвильового генератора (магнетрона). Хвилі мікрохвильової енергії швидко змінюються від позитивних до негативних при дуже високій частоті. Це призводить до того, що вода і інші молекули, що знаходяться у відходах сильно вібрують, так як вони намагаються вирівнятися до швидкого перемикавання електромагнітного поля. Інтенсивна вібрація створює тертя, яке у свою чергу генерує тепло, яке перетворює воду в пару. Деякі системи спроектовані як безперервні процеси, інші є напівбезперервними. У порівнянні з системами автоклавів, мікрохвильові системи є більш складними і вимагають набагато більш високий рівень технічного обслуговування. Як і автоклави, вони розглядаються як екологічно чисті технології, оскільки вони не спалюють відходи і не викликають забруднення повітря.

Стерилізатори. Зі створенням в 1876 році Чарльзом Чамберландом парового стерилізатора в медицині почалася нова ера. Надійна, універсальна, проста і дешева методика швидко завоювала позиції і практично витіснила інші методи стерилізації. Сьогодні більше 80% матеріалів в медицині

піддається саме паровій стерилізації. Виникла ідея використовувати парову стерилізацію стосовно до знезараженню медичних відходів, які мають епідеміологічну небезпеку. Безліч компаній по всьому світу зайнялися розробкою відповідної техніки, і зараз випускається досить багато комерційних продуктів, призначених для переробки медичних відходів з використанням властивостей водяної пари під тиском до стерилізації.

Двохстадійне парове знезараження. Незважаючи на доступність методу, виникли і перешкоди. Перш за все, розробники зіткнулися з проблемою подрібнення. Відходи що надходять на переробку, як правило, в полімерних мішках, непроникних для водяної пари і можуть містити в своєму складі герметичні або умовно герметичні ємності, такі як флакони або нерозібрані ін'єкційні шприци, всередину яких пар може і не проникнути. А безпосередній контакт водяної пари зі стерилізуємою поверхнею є неодмінною умовою парової стерилізації. Крім того, відходи в ході переробки повинні приводитися в стан, який повністю виключає можливість їх повторного використання. Попереднє подрібнення вирішує обидві проблеми, але при цьому дроблячий пристрій неминуче виявляється інфікованим. Тому, незважаючи на можливе погіршення якості стерилізації, не знайшовши іншого виходу, більшість виготовлювачів техніки для знезараження відходів взяли на озброєння двухстадійну технологію: спочатку відходи в тому вигляді, як надходять на обробку, стерилізуються в автоклаві, потім перевантажуються в подрібнюючий пристрій. Завантаження камери стерилізатора і подальша перевантаження в подрібнювач при цьому зазвичай виконується вручну. Тільки у великих установках промислового масштабу вантажно-перевантажувальні роботи механізовані. Тим не менш, простий пристрій техніки та її доступність зіграли свою роль, і зараз більшість використовуваних установок для утилізації медичних відходів методом автоклавування представлені саме двухстадійними апаратами.

Одностадійне парове знезараження. Оптимальними з точки зору якості стерилізації є одностадійні установки. У них пристрій для подрібнення

поєднаний з стерилізаційною камерою, так що він знезаражується в ході кожного циклу разом з відходами, що спочатку здавалося нездійсненним. Але, так як подібне поєднання досить складно з технологічної точки зору, одностадійних установок не так багато. Зате вони виграють як у якості стерилізації, оскільки відходи подрібнюються перед стерилізаційним циклом (або безпосередньо під час нього), що забезпечує доступ пари до всіх поверхонь, так і в зручності експлуатації - немає необхідності в перевантаженні відходів. Завантаживши установки, оператор в кінці циклу отримує стерильні подрібнені неідентифіковані відходи. Як правило, такі установки автоматизовані, не вимагають втручання оператора протягом усього циклу, досить легко управляються і для їх обслуговування достатньо однієї людини практично будь-якої кваліфікації.

Різні типи обладнання для знезараження медичних відходів наведені на рис. 2.6.

Зображення	Назва (виробник): технічна характеристика
	<p><i>Tuttnauer (Ізраїль-США):</i></p> <p>У якості «Установок для утилізації відходів» застосовуються стандартні стерилізатори зі зміненою програмою (137°C, 30 хв). У комплекті поставляється (або не поставляється) подрібнювач або прес. У зв'язку з методикою знезараження відходи потрібно збирати в спеціальні пропіленові паропроникні мішки, в яких відбувається процес знезараження. Перевантаження знезаражених відходів у прес або подрібнювач відбувається вручну. Продуктивність і вартість системи залежить від стерилізатора.</p>

	<p><i>CISA (Італія):</i></p> <p>Застосовуються стандартні стерилізатори з об'ємом камери від 70 до 5000 л і зміненої програмою (137°C, 30 хв). У комплекті йде подрібнювач та / або компактор (прес). Практично повний аналог установок Tuttnauer. Продуктивність і вартість системи залежить від стерилізатора.</p>
	<p><i>ВМТ (Чехія):</i></p> <p>Застосовуються стандартні стерилізатори з об'ємом камери від 130 до 600 л і зміненої програмою (137°C, 30 хв). Практично повний аналог установок Tuttnauer, тільки відходи упаковуються в спеціальні картонні контейнери одноразового застосування. Подрібнення або пресування не передбачені. Продуктивність і вартість системи залежить від стерилізатора.</p>
	<p><i>Hydroclave (Канада):</i></p> <p>Парова стерилізація вторинним (утворюється з вологи, що міститься у відходах) парою. Таким чином, відходи повинні містити необхідну і достатню кількість води в своєму складі. Відходи перемішуються і частково фрагментуються під час знезараження. Необхідний окремий подрібнювач. Продуктивність від 20 до 150 кг / год.</p>
	<p><i>Stericomat (Німеччина):</i></p> <p>Великий вертикальний паровий стерилізатор з механічним завантажувачем і автоматичним подрібнювачем. Може встановлюватися як стаціонарно, так і на автомобілі. Продуктивність: 150 кг / год. Для прохолодного клімату підходить тільки стаціонарний варіант, так як установка не може працювати при негативних температурах. Для нього треба будувати окреме тепле приміщення.</p>

	<p><i>Medical Waste Treatment System (MWTS)</i> (Бразилія):</p> <p>Горизонтальний стерилізатор великого обсягу (340, 500 або 1500 л). Два режими знезараження: 150° С, 15 хв та сушка 4 хв, і 134°С 20 хвилин - для відходів з кров'ю. Комплектується зовнішнім подрібнювачем.</p>
	<p><i>Знезаражувачі МВ марки СМО (Росія):</i></p> <p>На Тюменському заводі медичного обладнання та інструментів з 2012 року розпочато випуск горизонтальних парових стерилізаторів для знезараження медичних відходів великого об'єму (250, 400, 560 і 700 л). Два режими знезараження: 134° С, 30 хв і 121°С 20 хвилин - для рідких відходів. Є 4 додаткові програми, режими яких може встановити сам оператор. Всі стерилізатори двох дверні (прохідні), зі слайдовими дверима, обладнані вакуумними насосами для сушіння відходів після знезараження. Комплектуються пресами-компакторами.</p>

Рис. 2.6 – Типи обладнання для знезараження медичних відходів

Аналогічно один одному влаштовані дві французькі установки: марки Т компанії *Ecodas* (у нас відомий під маркою «Екос») і Стеріфлеш (*Steriflash*) компанії Т.Е.М. (рис. 2.7).



Рис. 2.7 – Установка для знезараження медичних відходів Steriflash

Принцип роботи у обох установок однаковий: це комбінована техніка, що поєднує в собі подрібнювач шредерного типу та паровий стерилізатор. Завантаживши вихідні несортовані відходи через верхній завантажувальний люк, користувач без будь-яких додаткових маніпуляцій отримує подрібнені, неідентифіковані і стерильні відходи класу А [6]. Це технологія заснована на впливі на оброблювані, попередньо подрібнені, відходи насиченої водяної пари при температурі 135 ° і тиску всередині робочої камери в 3 бар. Процес не має побічних відходів та викидів, що забруднюють атмосферу, водні та земельні ресурси, тобто екологічно безпечний. Процес утилізації проходить у два етапи. У ході першого відходи подрібнюються в замкнутому просторі. На другому етапі подрібнені відходи стерилізуються водяною парою під тиском; після примусового охолодження і зливу конденсату відходи автоматично вивантажуються. У результаті обробки виходить, стерильна, екологічно безпечна, гомогенна маса, різного ступеня вологості (в установці *Steriflash* - злегка волога на дотик, в установках «Екос» можлива наявність невеликої кількості води), яка може безпечно складуватися для подальшого вивезення на полігони або вторинного використання, наприклад, в якості наповнювача для бетонно-асфальтових сумішей. За умови попереднього сортування пластикові відходи допускається використовувати як вторинну сировину.

У цих установках можна переробляти практично всі види медичних відходів, за винятком ртутьвмісних та інших токсичних компонентів, масивних металевих деталей, джерел радіації, телефонних довідників і інших товстих книг, а також значних кількостей біомаси - з тієї причини, що при цьому не буде досягнута епідеміологічна безпека відходів - білкова маса, безсумнівно, простерилізується, але через найкоротший час повторно контамінується мікроорганізмами, представляючи собою прекрасне живильне середовище. Також не рекомендується обробляти в таких установках вироби з легкоплавких пластиків, температура плавлення яких нижче 135°C (поліетилену високого тиску, наприклад), у зв'язку з тим, що при температурі стерилізації ці пластики переходять у рідкий агрегатний стан, а, остигаючи,

перетворюються на моноліт. Також, у зв'язку з особливостями подрібнювача, Стеріфлеш може відчувати труднощі з подрібненням виробів з латексу (наприклад, медичних рукавичок) [19].

Вартість установки в 2-3 рази менше вартості широко відомих термохімічних утилізаторів, які ще й вимагають постійного придбання спеціальних дезінфектантів. Установка «*Steriflash*» має наступні переваги в порівнянні з відомими пристроями: легкість підключення і управління; практично повна відсутність необхідності в витратних матеріалах (витрачається тільки електроенергія, водопровідна вода і 2-5 мл дезінфектату на цикл); гарантоване знезараження відходів (проводиться процедура парової стерилізації); поєднання високої продуктивності (160 л відходів на годину) з економічністю (споживна потужність – 2 кВт); зменшення обсягу відходів в ході переробки до 5 разів; порівняно невисока ціна; висока безпека для обслуговуючого персоналу; екологічність.

Установка Італійського виробництва коштує за даними на 2015р. 831 950 грн. [19]. Установка «*Ecodas*» не використовує будь-які хімічні речовини, а установка «*Steriflash*» споживає рідкий бактерицид в мінімальних кількостях (2 - 3 мл/цикл) для зрошення завантажувального бункера перед відкриттям верхньої кришки – це один з елементів системи забезпечення безпеки персоналу.

Динамічне автоклавування – термін, запропонований компанією *MediVac* (Австралія) – це неодноразове подрібнення і постійне перемішування відходів в ході знезараження. Завдяки цьому досягається висока ступінь подрібнення відходів, поліпшується якість стерилізації, і, що важливо, - такі апарати не бояться легкоплавких пластиків. *MediVac* виробляє установку *MetaMizer*, продуктивністю 150 кг/год (рис. 2.8).



Рис. 2.8 – Установка MetaMizer

Принцип дії: зі стандартного пластикового контейнера об'ємом 240 дм³ відходи автоматично завантажуються в приймальний бункер. Потім, через подрібнювач шредерного типу за допомогою системи спіральних шнеків подрібнені відходи знову повертаються в приймальний бункер, знову проходять через подрібнювач, і так – 20 разів протягом 18 хвилинного циклу стерилізації. І бункер, і система шнеків являють собою стерилізаційну камеру. Після завершення циклу подрібнені стерильні відходи автоматично вивантажуються в такий же стандартний контейнер.

Зрозуміло, машина не вивантажить відходи, поки не будуть повністю виконані задані параметри стерилізації. У міру заповнення контейнера вивантаження на дисплей оператора виводиться повідомлення про необхідність його заміни, при цьому розблокується двері відсіку, в якому контейнер знаходиться.

Всі процеси виконуються в автоматичному режимі і запускаються натисненням однієї кнопки. Оператор тільки управляє завантажувачем. Присутність оператора потрібно приблизно протягом 6 хвилин щогодини. Таким чином, на управління апаратом оператор може витратити не більше 10% свого робочого часу. *MetaMizer* управляється програмованим логічним

процесором, який реєструє кожен етап циклу утилізації. Процесор обладнаний віддаленим доступом і може представляти інформацію у вигляді SMS або по електронній пошті, що дозволяє вести безперервний контроль процесу. Автоматичний завантажувач оснащений ідентифікатором радіомітки і вбудованими вагами, що дозволяє окремо враховувати відходи, що надходять з різних установ (підрозділів). Кожен контейнер зважується до завантаження. Після вивантаження вмісту в машині проводиться повторне зважування порожнього контейнера і різниця реєструється. Радіочастотна система ідентифікації (RFID) може бути розташована на кожному контейнері. Інформація зчитується машиною під час завантаження і реєстрації.

Якщо підключити машину до телефонної лінії, може бути доступна функція автоматичного оповіщення через SMS-повідомлення. Коди помилок і застережень автоматично надсилаються на номер телефону GSM-стандарту у вигляді SMS-повідомлення. Тривожне повідомлення надсилається також, якщо яка-небудь панель переміщена і машина зупинилася.

За 1:00 роботи машина, в середньому, виконує 2, 5 повних цикли (від подачі контейнера в завантажувач до вивантаження незаражених відходів). Паузи між циклами роботи не потрібно, машина може працювати 24 години на добу. Якщо оператор не виробляє ніяких маніпуляцій протягом 30 хвилин, машина переходить у стан "stand by", при цьому споживання електроенергії скорочується до мінімуму, але підтримується тиск в парогенераторі. При будь-якій дії оператора машина приходить в робочий стан протягом декількох секунд. Після закінчення робочого дня вимикати машину не потрібно. Вона сама відключиться в заданий час (якщо в цей час буде завершений цикл незараження, відключення машини відбудеться тільки після завершення циклу). За деякий час до початку роботи машина автоматично включається, приводить в робочий стан парогенератор, перевіряє механізми і до початку робочого дня (час задається оператором) повністю готова до роботи: не потрібно витрачати час на прогрів і підготовку.

Глибоке захоронення в лікарняних приміщеннях. В ЗОЗ, особливо у віддалених районах або в районах, що відчувають виняткові труднощі, глибоке захоронення МВ у лікарняних приміщеннях може бути єдиним життєздатним варіантом. Для цього будують глибокі ями з підкладками з глини або інших порід з низькою проникністю для запобігання забруднення ґрунтових вод; аналогічно до звалищ ТПВ, кожний шар МВ покривається глинами, щоб обмежити запахи та запобігти доступу гризунів і комах. Крім того, необхідно обмежувати доступ до місця захоронення, за виключенням, уповноваженому персоналу. Такий підхід до поводження з МВ є простим, але не виключає викидів небезпечних поллютантів. Ризики можуть бути зменшені шляхом інкапсуляції гострих предмети в бочках, заповнених розчином або цементом.

Інкапсуляція включає в себе заповнення контейнерів з гострими предметами або фармацевтичними відходами з додаванням фіксуєчих матеріалів і герметизації контейнерів. Процес може використовувати або кубічні коробки з поліетилену високої щільності або металеві бочки. Вони, як правило, на три чверті заповнюються відходами, а потім начиняються матеріалами, такими як пінопласт, бітумінозний пісок, цемент або глина. Після того, як вміст висохне контейнери закриваються і утилізуються на звалищі. Основною перевагою є те, що інкапсуляція дуже ефективна в зниженні ризику для сміттярів отримати доступ до небезпечних МВ. Процес є відносно легким, дешевим і безпечним, і особливо підходить для лікувально-профілактичних установ, які практикують мінімальні програми поводження з МВ. Негативним аспектом є ризик викидів небезпечних забруднюючих речовин в навколишнє середовище, що робить інкапсуляцію не рекомендованою в якості постійного рішення. Передбачувані витрати на одиницю продукції є низькими, але вищі в порівнянні з глибоким захороненням [20].

Мінімізація відходів визначається як запобігання утворенню і/або скорочення МВ. Зменшення кількості МВ економить гроші і, таким чином, має

сенс для медичних центрів. Запобігання утворення МВ, насамперед, повинні бути спрямовані на потік безпечних відходів, що становить 75-80% від усіх МВ (наприклад, повторне використання та переробка). Інфекційні та інші небезпечні потоки МВ важче мінімізувати, оскільки вони формуються на підставі потреб пацієнтів. Мінімізація відходів включає в себе конкретні стратегії, зміни в галузі управління та зміни поведінки і завжди починається з ряду заходів планування. Вони включають в себе проведення інвентаризації/характеристики відходів, виявлення джерел та запобігання утворенню відходів і їх зменшення, можливості та планування освіти і професійної підготовки. Заходи по мінімізації відходів не повинні впливати на якість медичних послуг [20].

Роздільний збір МВ є першим кроком в створенні системи поводження з МВ, що попереджує можливість їх змішування з потоком ТПВ. Інфекційні та інші небезпечні МВ мають властивості, що вимагають особливих підходів до поводження з ними. Для розділення МВ достатньо мати необхідну кількість різних судин, мішків та контейнерів (залежно від властивостей МВ). Наприклад, рекомендується використання різнокольорових урн [20]:

1) *чорні урни* – для збору відносно безпечних МВ, аналогічних ТПВ (чорні пластикові пакети, баки і контейнери); ці відходи повинні зберігатися і оброблятися окремо від небезпечних МВ; папір, картон, пластик і скло та іншу вторинну сировину слід збирати окремо від звичайного сміття;

2) *жовті урни* – для збору інфекційних відходів і гострих предметів (гострі предмети спочатку повинні бути утилізовані в закриті проколостійкі контейнери або ящики); урни ємністю 30 л з кришкою та педальним керуванням за розміром і формою, подібних тим, які використовуються для звичайних відходів, але з кольоровим кодом – жовтий; бункери повинні бути марковані міжнародним знаком для інфекційних відходів; контейнери для інфекційних відходів, повинні бути розташовані в місці, недоступному для несанкціонованого персоналу; після усунення відходів із контейнера необхідно його очистити і продезінфікувати (система кругового потоку);

3) червоні урни – для збору фармацевтичних відходів; вони повинні бути відокремлені і зберігатися окремо від інших МВ; у тих місцях, де утворюються фармацевтичні відходи, повинне бути наявним обладнання для їх збору придатне для конкретного виду збору відходів у вигляді червоних контейнерів; контейнери повинні бути марковані з основною інформацією про їхній вміст та про постачальника відходів (рис. 2.9).



Рис. 2.9 – Приклади ємностей для медичних відходів (чорного кольору – для звичайних відходів, подібних ТПВ; жовтого кольору – для інфекційних МВ та для гострих предметів зі міжнародним символом для інфекційних відходів (праворуч); червоного кольору – для фармацевтичних відходів) [20]

Зберігання медичних відходів. Проміжне сховище необхідне в лікарняних приміщеннях для зберігання МВ, які очікують переробки і/або транспортування до місця остаточної утилізації. Сховище повинне включати в себе наступні основні ділянки: 1) охолоджену будівлю або приміщення для зберігання інфекційних відходів, які можуть бути закриті, щоб уникнути несанкціонованого доступу; 2) великий контейнер для зберігання звичайних і стерилізованих відходів; 3) багатоцільову область з бетонною підлогою для зберігання різних видів відходів, що піддаються переробці (пластик, папір, картон, скло і т.д.); 4) Область для переробки інфекційних відходів (якщо має місце локальна переробка – автоклавування та ін.).

Інфекційний/небезпечні МВ довозяться до проміжного сховища або для стерилізації на місці або для очікування транспортування в інше місце для обробки поза межами ділянки. Оброблені відходи потім поміщаються разом зі звичайними, неінфекційними відходами у контейнер, вміст якого на регулярній основі забирається муніципальним або приватним збирачем відходів для захоронення на полігоні. Лікарні, які мають автоклавні будівлі будуть отримувати відходи з ЛПЗ, які не мають таких можливостей. Відходи, які можуть бути перероблені автоклавним способом будуть перероблені, а ті, які потребують спалення будуть транспортовані до найближчої станції спалювання відходів.

Транспортування медичних відходів. Для забезпечення безпечного транспортування відходів, буде встановлений спеціальний автопарк. Відповідальність за транспортування відходів до локацій переробки лежить на ЗОЗ, які утворюють МВ. Всі транспортні засоби повинні відповідати нормативним актам Європейської угоди про міжнародне перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом. Транспортні засоби, що використовуються для перевезення МВ не повинні використовуватися для транспортування будь-якого іншого матеріалу. Мішки для відходів можуть бути розміщені безпосередньо в транспортному засобі, але безпечніше

розмістити їх у вторинних контейнерах. Відходи, які будуть перероблятися потребують того, щоб увесь час залишатися у своїй первинній упаковці.

У табл. 2.1 нижче показані різні варіанти методів поводження з МВ. Як бачимо, жодний окремий метод поводження з МВ не є 100% задовільним сама по собі, а тому часто застосовується комплекс методів.

Таблиця 2.1 – Оцінка деяких методів поводження з медичними відходами по принципу «світлофора» (зелений – висока ефективність, жовтий – середня ефективність, червоний – низька ефективність) [20]

	Складність	Небезпечні викиди шкідливих речовин	Можливість впровадження	Оціночна вартість (\$/т викидів)
Автоклавування (+ подрібнення)	Зелений	Зелений	Зелений	Зелений
Мікрохвильова переробка (+ подрібнення)	Зелений	Зелений	Жовтий	Зелений
Хімічна переробка (+ подрібнення)	Жовтий	Жовтий	Жовтий	Зелений
Спалювання за допомогою високих технологій	Червоний	Зелений	Червоний	Червоний
Використання невеликих установок для спалювання	Зелений	Жовтий	Зелений	Жовтий
Глибоке захоронення	Зелений	Жовтий	Зелений	Зелений

Переробка інфекційних/небезпечних МВ в Україні потребує балансу між основними опціями і технологіями, що описані вище. Технологіями, що вважаються придатними є дезінфекція за допомогою автоклавування і високотемпературного спалювання, тобто захоронення та інші дезінфікуючі методи не вважаються придатними для України з наступних причин [20]:

– *Захоронення* не вважається можливим варіантом, оскільки воно не ефективно переробляє МВ і менш доцільним, ніж інші технології з екологічної точки зору; захоронення МВ без попередньої обробки не

відповідає правилам ЄС; на великій частині звалищвідсутні належні заходи з охорони довкілля.

– *Хімічна обробка* не вважається підходящою технологією, оскільки вона залишає токсичні (рідкі) побічні продукти, які скидаються в каналізацію; експлуатаційні витрати у вигляді необхідності придбання великої кількості хімічних речовин, а також ризику для здоров'я та стану довкілля, пов'язані із зберіганням цих хімікатів, роблять технологію хімічної дезінфекції такою, яка не повинна застосовуватися в Україні.

– *Мікрохвильове опромінення* виключається, оскільки поточна національна стратегія/система майже повністю заснована на автоклаві, яка є настільки ж хорошою, якщо не кращою, технологією; мікрохвильове опромінення іноді вважається ненадійним і важко контрольованим для ефективної стерилізації і є дорожчим способом, ніж переробка в автоклаві.

– *Спалювання відходів* підходить для переробки більшості типів МВ, але також може бути застосована для інших обраних потоків відходів у разі крайньої необхідності (наприклад, спалах хворіб тварин); більше того автоклавування є рішенням тільки для інфекційних відходів і для загального рішення воно повинно бути об'єднане зі спалюванням.

– *Спалювання фармацевтичних і хімічних відходів з отриманням палива* на промисловому підприємстві, яке застосовує високі температури – це визнана технологія, але не вважається придатною в Україні через заклопотаність громадськості, установи з цементними печами часто висловлюють своє небажання приймати відходи з сектора охорони здоров'я.

– *Спалювання деяких видів МВ з отриманням палива в ТЕС* також є можливим варіантом, хоча технологія менш придатна для переробки МВ, ніж спалювання в цементних печах через більш низькі температури, що досягаються (зазвичай близько 900° С).

Після дезінфекції або спалювання інфекційні/небезпечні МВ стають відходами без ризику і можуть бути остаточно утилізовані на звалищах ТПВ.

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) декларує наступні положення, що стосуються переробки МВ:

– матеріали, що містять хлор (наприклад, контейнери для крові та кровозамінників, внутрішньовенні катетери, планшети і т. д.) або важкі метали типу ртуті (наприклад, зламані термометри) ні за яких умов не повинні спалюватися;

– використання всіма виробниками пластмаси, виробленої за єдиною технологією шприців та інших систем одноразового застосування, щоби спростити рециркуляцію;

– надання переваги використанню систем медичних пристроїв, що не містять полівінілхлориду;

– розроблення та розвиток безпечних варіантів рециркуляції в усіх можливих сферах, де це можливо (для пластмаси, скла і т. д.);

– розробка та першочергове впровадження нових, альтернативних спалюванню, технологій управління відходами;

– заохочення поміж державами принципів екологічно чистого управління охороною здоров'я згідно з Базельською конвенцією.

ВООЗ допускає використання інсинерації МВ в тих країнах, де відсутні екологічно безпечні варіанти для управління відходами в сфері охорони здоров'я, але лише за умов виконання наступних рекомендацій:

– використання нових, сучасних технологій у проекті установки для спалювання відходів при її будівництві, оснащенні та обслуговуванні (наприклад, попередній підігрів; розрахунок продуктивності для виключення перевантаження; спалювання при температурі не нижче за 800°C і т. д.);

– використання сортування, щоб обмежити спалювання відходів, що виділяють при нагріванні токсичні речовини;

– постійний контроль і виправлення поточних недоліків у навчанні оператора і здійсненні управління, що призводять до погіршення роботи установок для спалювання відходів.

Треба відзначити, що метод інсинерації цілком допустимий для знищення (кремації) великих кількостей біомаси (труп тварин, масивні операційні відходи і т. д.). Альтернативою йому, в даному випадку, може бути тільки піроліз і захоронення.

З урахуванням життєвого циклу виробів можна виділити наступні групи МВ:

– *тверді фармацевтичні відходи* – це відходи, які утворилися в процесі виробництва, реалізації і споживання лікарських засобів (ЛЗ), а саме: відбраковані субстанції; відбраковані ЛЗ, які не прийняв відділ технічного контролю; фальсифіковані ЛЗ; конфісковані ЛЗ; відходи пакувальних матеріалів; ампули, флакони, пляшки тощо.

– *виробничі фармацевтичні відходи* – це відходи, які утворилися в процесі виробництва ЛЗ і виробу медичного призначення (ВМП), тобто відбраковані субстанції і матеріали; відбраковані ЛЗ, які забракував відділ технічного контролю; відходи пакувальних матеріалів; склобій (ампул, флаконів та ін.; ганчір'я; блістери, ампули, флакони, пляшки, тубики з некондиційним продуктом; шріт тощо);

– *відходи споживання* – це відходи, що утворилися в процесі споживання населенням ЛЗ і ВМП (повернені ЛЗ, поставки яких здійснювалися з порушенням умов договору з урахуванням порушення часу; і обсягу; неякісні ЛЗ, які вилучені з обігу; ЛЗ, які зазнали механічного, хімічного, фізичного, біологічного або іншого впливу; незареєстровані ЛЗ; фальсифіковані ЛЗ; конфісковані ЛЗ, при проведенні процедур на митниці (контрафактні) тощо);

– *лікарські засоби* (лікувальні препарати, ліки, медичні препарати) – речовини або суміші речовин, що вживаються для профілактики, діагностики, лікування захворювань, запобігання вагітності, усунення болю, отриманні з крові, плазми крові, органів і тканин людини або тварин, рослин, мінералів, шляхом хімічного синтезу або із застосуванням біотехнологій.

Поводження з відходами фармацевтичної галузі в Україні забезпечується низкою законів та підзаконних актів. В Законі «Про лікарські засоби» (1996) зазначено, що неякісні лікарські засоби, включаючи ті, термін придатності яких закінчився, підлягають утилізації та знищенню, які проводяться відповідно до правил, що затверджуються МОЗ України, та інших вимог законодавства. Основним документом щодо поведження з неякісними лікарськими засобами є Наказ МОЗ України за № 349 від 08.07.04 «Про затвердження Правил проведення утилізації та знищення неякісних лікарських засобів».

Згідно цих правил до відходів лікарських засобів належать:

- лікарські засоби, термін придатності яких закінчився за даними, зазначеними в сертифікаті якості та на упаковці виробника відповідної серії лікарського засобу;
- неякісні лікарські засоби і які вилучені з обігу;
- лікарські засоби, що зазнали механічного, хімічного, фізичного, біологічного або іншого впливу і це унеможлиблює їх подальше використання;
- незареєстровані лікарські засоби (крім випадків, передбачених чинним законодавством України);
- лікарські засоби, щодо яких раніше вже виявлялись невідомі небезпечні властивості, зафіксована серйозна побічна реакція або серйозні побічні наслідки в результаті їх застосування;
- фальсифіковані лікарські засоби.

Відходи лікарських засобів можуть бути утилізовані і використані як вторинні матеріали чи енергетичні ресурси у власній установі або передані для утилізації до іншого закладу.

Порядок проведення і вибір методу знищення відходів лікарських засобів визначаються у відповідності до вимог, передбачених державними санітарними нормами, з урахуванням їх небезпечності для здоров'я населення та НПС під час його здійснення. Знищення відходів лікарських засобів

проводиться після визначення класу небезпеки, але, на жаль, жоден із існуючих документів не містить відповідної методики.

Зазвичай, лікарські засоби класифікують як побутові відходи, хоча клас небезпеки треба визначати за ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення».

Сучасні технології передбачають знищення чи утилізацію неякісного лікарського засобу як з упаковкою, так і окремо. Досить часто упаковка може бути небезпечнішою, ніж неякісний лікарський засіб.

Зазвичай, лікарські засоби містять багато діючих та допоміжних речовин (наповнювачі, фармакологічні складники, консерванти, барвники, пластифікатори, плівкоутворювачі). Багатокомпонентною може бути і упаковка. Тому визначання класу небезпеки неякісного лікарського засобу є досить складним процесом, який потребує певних знань, навичок та часу [22].

На сьогодні перед суспільством гостро постає проблема утилізації виробничих відходів і комерційних фармацевтичних і медичних галузей. Це пов'язано з великим асортиментом відходів виробництва та споживанням, які негативно впливають на довкілля. Наприклад, в Україні (Одеська область) функціонує 942 лікарняних установи і 527 аптек. Щодня в лікарнях утворюється до 5 кг відходів із розрахунку на одного пацієнта. Орієнтовна кількість відходів у Одеській області складає 127750 т на рік (до 100 тис. самоблокуючих шприців, понад 1000 найменувань ЛЗ) [23].

Для знищення неякісних лікарських засобів застосовують такі методи: інкапсуляція; інертизація; термічні методи (високотемпературне спалювання, піроліз); хімічна нейтралізація; автоклавування (для препаратів, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів); метод розведення водою та злив до комунального колектору (може бути застосований для малотоксичних відходів рідких лікарських засобів).

Заходи безпеки та охорони довкілля при утилізації та знищенні лікарських засобів розробляє установа, на яку покладено здійснення таких

функцій. Наведені вище правила не поширюються на наркотичні та психотропні засоби, порядок поводження з якими регламентує наказ МОЗ України та Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України (№ 67/59 від 19.03.99 «Про затвердження Правил проведення утилізації та знищення неякісних лікарських засобів, до складу яких входять наркотичні засоби, психотропні речовини і прекурсори»).

Лікарські засоби, що належать до отруйних речовин, у тому числі продукти біотехнології та біологічні агенти (вакцини, сироватки), антибіотики, знищуються у спеціально відведених місцях чи на об'єктах поводження з відходами за умови дотримання санітарних норм і наявності дозволу органів державної санітарно-епідеміологічної служби. Вони також потребують дозволу спеціально вповноважених на те органів виконавчої влади відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 20.06.95 р. № 440 «Про затвердження Порядку одержання дозволу на виробництво, зберігання, транспортування, використання, захоронення, знищення та утилізацію отруйних речовин, у тому числі токсичних промислових відходів, продуктів біотехнології та інших біологічних агентів» (зі змінами) та згідно до Правил наказу МОЗ України № 349 від 08.07.2004 р.

У зв'язку із потребою утилізації основної маси відходів фармацевтичної промисловості, важливою умовою підвищення ефективності діяльності даної галузі є впровадження реверсивної логістики. Під реверсивною логістикою в фармацевтичній промисловості розуміється система управління рухом відходів, які виникають у процесах виробництва, пакування та дистрибуції готових ЛЗ, а також пов'язаних з цим інформаційних і фінансових потоків з метою підвищення ефективності захисту навколишнього середовища та оптимізації витрат, пов'язаних з управлінням відходами.

Порівняльна характеристика технологій знешкодження МВ наведена у табл. 2.2 [24, 25, 26]. Як бачимо із таблиці, кожна установка має свої переваги і недоліки. Переваги та недоліки технологій знешкодження МВ наведені у попередньому розділі, а також в роботі [27].

Таблиця 2.2 – Порівняння технологій знешкодження медичних відходів

Модель установки	«Tuttnauer» 4472	«Sterimed-1»	УОМО-01150-«О-ЦНТ»	Інсинератор ІН-50.4
Тип технології	Обробка парою під тиском	Хімічна дезінфекція з подрібненням	Мікрохвильова обробка	Піроліз (спалювання)
Вартість установки	>\$ 140,800	\$ 159,800	\$ 17721	\$ 36000
Об'єм камери для оброблюваних відходів	85 дм ³	70 дм ³	150 дм ³	150 кг. відходів/рік
Тривалість циклу обробки відходів	45 хв	15-20 хв	40хв	1/2/3 зміна
Споживана електроенергія	9 кВт	3 кВт	2,5 кВт	25 кВт
Площа необхідного приміщення для установки	20 м ²	12 м ²	5 м ²	150 м ²
Кількість операторів установки	1 чол.	1 чол.	1 чол.	1-2 чол.
Види відходів, що переробляються	відходи класу Б і В за винятком біологічних відходів	відходи класу Б і В за винятком біологічних відходів	відходи класу Б і В за винятком біологічних відходів	відходи класу В і Г
Можливість утилізації біологічних відходів	відсутня	відсутня	відсутня	відсутня
Переваги	повне знищення інфекції; висока продуктивність	висока продуктивність; низькі енерговитрати; значне зменшення об'єму відходів	проста в підключенні; низька вартість; відсутність забруднення атмосфери, ґрунту і води	повне знищення інфекції; висока продуктивність; значне зменшення відходів
Недоліки	високі капітальні і експлуатаційні затрати; потреба висококваліфікованого персоналу; відходи після знезараження мають впізнаваний вигляд	не гарантується повне знищення інфекції; потреба кваліфікованого персоналу; використовуються токсичні агенти, які вимагають додаткових заходів безпеки	потрібне попереднє сортування відходів; відходи після знезараження мають впізнаваний вигляд	надлишкова потужність установки для 1 ЛПУ; наявність токсичних викидів в атмосферу

3 СУЧАСНИЙ СТАН ТА МОЖЛИВОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З МЕДИЧНИМИ ВІДХОДАМИ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1 Основні принципи поводження з медичними відходами

Ключовими питаннями стратегії управління МВ у світовій практиці є: мінімізація, зменшення обсягів утворення; розподілення відходів у місцях утворення; рециклінг, повторне використання; переробка, знешкодження і утилізація відходів; видалення і поховання кінцевих відходів [21].

Наприклад, основою політики ЄС щодо поводження з відходами є, так звана, «ієрархія ТПВ». «Ієрархію ТПВ» (варіанти способів поводження в міру зниження їх переваги) можна представити таким чином: мінімізація джерела (запобігання утворенню) → вторинне використання → переробка на сировину і продукти → компостування → спалювання з отриманням енергії → поховання з отриманням енергії → спалювання без отримання енергії (рис. 3.1).



Рис. 3.1 – Ієрархія методів поводження з ТПВ згідно з Директивою 2008/98/ЄС

Нагадаємо, що згідно до Державних санітарно-протиепідемічних правил і норм щодо поводження з медичними відходами (затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.06.2015 р. за № 325), МВ поділяються на:

– *категорія А* – епідемічно безпечні медичні відходи - харчові відходи всіх відділень закладу, відходи, що не мали контакту з біологічними рідинами пацієнтів, побутові відходи (тверді, великогабаритні, ремонтні) всіх відділень закладу, крім інфекційних;

– *категорія В* – епідемічно небезпечні медичні відходи - інфіковані та потенційно інфіковані відходи, які мали контакт з біологічними середовищами інфікованого матеріалу;

– *категорія С* – токсикологічно небезпечні медичні відходи – відходи, що можуть становити загрозу хімічного характеру;

– *категорія D* – радіологічно небезпечні медичні відходи - матеріали, що утворюються в результаті використання радіоізотопів у медичних та/або наукових цілях, що перевищують допустимі рівні, встановлені нормами радіаційної безпеки.

За даними Державної екологічної інспекції України, система поводження з цими відходами складається з таких етапів: збирання та сортування відходів; маркування відходів; знезараження (дезінфекція) відходів; транспортування і перенесення відходів у корпусні/міжкорпусні (накопичувальні) контейнери в межах закладу, де вони утворюються; утилізація відходів (тих, що можуть підлягати утилізації); захоронення відходів (лише для відходів *категорії А*) – рис. 3.2.

Поводження з побутовими відходами (*категорія А*) – збирання, перевезення, сортування, зберігання, оброблення, перероблення, утилізація, видалення, знешкодження і захоронення, в межах вимог чинного законодавства.

Поводження з медичними відходами

Категорія «А»

Епідемічно безпечні медичні відходи

- Харчові відходи всіх відділень закладу
- Відходи, що не мали контакту з біологічними рідинами пацієнтів
- Побутові відходи всіх відділень закладу, крім інфекційних

Збирання, перевезення, сортування, зберігання, оброблення, перероблення, утилізація, видалення, знешкодження і захоронення

Категорія «В»

Епідемічно небезпечні медичні відходи

- Інфіковані та потенційно інфіковані відходи

Після знезараження передаються на підприємства, що мають ліцензію на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами та мають відповідне сертифіковане обладнання

Категорія «С»

Токсикологічно небезпечні медичні відходи

- Відходи, що можуть становити загрозу хімічного характеру

Після знезараження передаються на підприємства, що мають ліцензію на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами та мають відповідне сертифіковане обладнання

Категорія «D»

Радіологічно небезпечні медичні відходи

- Матеріали, що утворюються в результаті використання радіоізотопів у медичних та/або наукових цілях

Здійснюються відповідно до вимог законодавства України щодо поводження з радіоактивними відходами, нормами радіаційної безпеки



Рис. 3.2 – Принципова схема поводження з медичними відходами в Україні

Відходи *категорії В* після знезараження передаються на підприємства, що мають ліцензію на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами та мають відповідне сертифіковане обладнання.

Медичні відходи *категорії С* передаються спеціалізованим підприємствам, що мають ліцензію на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами.

Збирання, зберігання, транспортування та видалення відходів *категорії D* здійснюються відповідно до вимог законодавства України щодо поводження з радіоактивними відходами, нормами радіаційної безпеки.

Основними проблемами у сфері управління та поводження з МВ в Україні є: низький рівень вимог до поводження з МВ, що існує у закладах охорони здоров'я; відсутність необхідних засобів та приміщень для їх збирання, переміщення по території закладів охорони здоров'я та безпечного тимчасового зберігання інфекційних відходів; відсутність холодильного обладнання для утримання відходів при низьких температурах; відсутність відповідних контейнерів та упаковок; обмежені можливості щодо придбання високоякісного обладнання для оброблення медичних відходів [1].

Для управління і поводження з потоками МВ була розроблена система, яка включає ряд підсистем [28]: збирання і зберігання МВ в ЛПУ; транспортування МВ з ЛПУ до спеціалізованих центрів; зберігання МВ у таких центрах; знищення МВ; утилізація (поховання) відходів, що утворюються в результаті знищення МВ; технічне забезпечення діяльності всіх ланок системи, пов'язаної з виготовленням тари, експлуатацією транспортних засобів, холодильного обладнання, приладів і т. п. Таку систему управління МВ можливо використовувати, насамперед, для ЛПУ гуманітарної і ветеринарної медицини.

Для поводження з потоками МВ існує система, яка включає ряд підсистем: утворення → сортування, зберігання (та диференціація) в місці утворення → зберігання у спеціальному приміщенні → транспортування в межах ЗОЗ → транспортування за межі ЗОЗ → остаточна утилізація.

Обстеження восьми ЗОЗ Києва (2 ЗОЗ), Львова (2 ЗОЗ), Маріуполя (2 ЗОЗ) і Одеси (2 ЗОЗ) дає можливість судити яким чином реалізується ця схема поводження з медичними відходами різних категорій [29].

Відходи категорії А (харчові відходи всіх відділень закладу, відходи, що не мали контакту з біологічними рідинами пацієнтів, побутові відходи всіх відділень закладу, крім інфекційних). Усі ЗОЗ утворюють скло, пластик, папір, картон, харчові відходи та інші складові ТПВ. Переважна більшість ЗОЗ не сортують і відходи категорії А збираються в окремий контейнер (з пластиковим пакетом всередині). Як правило, ЗОЗ не мають тимчасових місць для зберігання МВ. У всіх ЗОЗ відходи цієї категорії не сортуються, а пластикових пакетах виносяться до контейнерів ТПВ. Спеціальних приміщень для зберігання відсутні – ними є контейнери ТПВ (інколи є окремі контейнери для пластику і скла). Утилізація відходів категорії А не здійснюється у межах території ЗОЗ.

Відходи категорії В (інфіковані та потенційно інфіковані відходи, які мали контакт з біологічними середовищами інфікованого матеріалу). Всі ЗОЗ утворюють: органічні МВ; гострі предмети; відходи лабораторій; МВ, що не підлягають повторному використанню (бинти, вата тощо); пластик і скло (шприци, системи, рукавиці, флакони). Всі ЗОЗ мають контейнери (з пластиковим пакетом всередині) для сортування різних видів МВ. Окрім Одеської обласної лікарні, яка використовує автоклав, інші ЗОЗ використовують дезінфікуючий розчин. Більшість ЗОЗ мають тимчасові місця для зберігання, куди МВ приносять з місць утворення, перепакованими в пластикові пакети чи контейнери. У тих ЗОЗ, де спеціальні приміщення для зберігання МВ розташовані всередині приміщення ЗОЗ, ємкості з МВ виносять туди з місць утворення власноруч; у тих ЗОЗ, де спеціальні приміщення для зберігання МВ розташовані поза приміщенням ЗОЗ, МВ перепаковуються в пластикові пакети або пакети для автоклавовання і транспортуються в спеціальні приміщення для зберігання (які не призначені для транспортування). Практично всі ЗОЗ мають спеціальні приміщення для

зберігання відходів. Звичайно, ЗОЗ не мають установок для попередньої обробки и утилізації відходів категорії В, а якщо мають автоклави та сухожарові шафи, ті використовуються для стерилізації медичних інструментів повторного використання.

Відходи категорії С (відходи, що можуть становити загрозу хімічного характеру). Всі ЗОЗ мають деякі види відходів цієї категорії (відпрацьовані лампи різного призначення, ртутні термометри тощо. У більшості ЗОЗ відсутні інструкції щодо збирання, сортування та зберігання відходів категорії С, хоча досі використовуються ртутні термометри. ЗОЗ беруть участь в безкоштовних програмах зі збору відпрацьованих ламп різного призначення, організованих місцевою владою або неурядовими організаціями.

Всі ЗОЗ використовують систему сортування МВ принаймні на три контейнері в місці утворення – для ТПВ, для інфекційних МВ та для використаних гострих предметів.

3.2 Сучасний стан та особливості поводження з медичними відходами Одеської області

На *національному рівні* система поводження з МВ регулюється Розпорядженням КМУ «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» та Розпорядженням КМУ «Про затвердження Національного управління відходами до 2039 року». На *регіональному рівні* обласні державні адміністрації повинні розробити регіональні плани управління відходами.

Першим кроком до оцінці сучасного стану та можливостей удосконалення системи поводження з МВ є визначення їх кількості та структури на території Одеської області.

Кількість МВ залежить від типу ЗОЗ і в розвинених країнах світу, в середньому, становить: лікарні – 3,2 кг/пацієнт/день; поліклініки – 2,3 кг/пацієнт/день; приватні санаторії – 1,4 кг/пацієнт/день; медичні лабораторії

– 0,2 кг/пацієнт/день. В Україні кожне лікарняне ліжко генерує від 0,8 до 1,2 кг твердих небезпечних відходів на добу [7], а інфекційних - 0,26 кг/ліжко/день [20].

За даними [20] станом на 01.01.2015 р. численність населення Одеської області сягало 2387,3 тис. чоловік, на 100 тис. осіб припадало 741 ліжко, загальна кількість передбачених МВ складало 6715 т/рік, в том числі 1679 т/рік – інфекційних відходів, 5036 т/рік – інших відходів. При цьому, оцінка генерації інфекційних відходів базувалося на двох припущеннях: 1) частка інфекційних відходів складає 25% від загального потоку МВ; 2) норма утворення інфекційних МВ – 0,26 кг/ліжко/день (джерело: Йованович, Сербія, 2012).

Орієнтований норма утворення відходів класу Б для стаціонарних ЛПУ загального профілю становить 57 кг/ліжко/день та 0,02 кг/добу на 1 візит в амбулаторно-клінічних ЛПУ; приблизні норми для відходів класу В для стаціонарних протитуберкульозних і мікологічних ЛПУ 332 кг/ліжко/день та 1,107 кг/добу на 1 візит в амбулаторно-клінічних ЛПУ [30].

Нагадаємо, що згідно до СанПіН 2.1.7.2790-10 [5], відходи класу Б – це епідеміологічно небезпечні відходи, що містять мікроорганізми 3-4 груп патогенності, будь-які біологічні рідини від лікувально-діагностичних процесів у пацієнтів. Медичні відходи класу В – це надзвичайно епідеміологічно небезпечні відходи, інфіковані мікроорганізмами 1 – 2 груп патогенності, до цієї групи віднесені також відходи від установ туберкульозного профілю.

Для розрахунків можуть бути використані орієнтовні нормативи утворення відходів класу Б:

- для стаціонарних ЛПУ загального профілю – 57 кг на одне ліжко / рік, що становить 0,156 кг/ліжко/день;
- для амбулаторно-поліклінічних закладів – 0,02 кг на одне відвідування;
- для стоматологічних поліклінік було визначено кількість відходів групи Б з розрахунку на одне крісло в одну зміну в залежності від виду

стоматологічного прийому: терапевтичний прийом: 0,03 кг, хірургічний прийом: 0,0325 кг, ортопедичний прийом: 0,0125 кг, ортодонтичний прийом: 0,02 кг, при проведенні операції: 0,0125 кг.

Орієнтовний норматив утворення відходів класу В:

– для стаціонарних протитуберкульозних та мікологічних ЛПУ – 332 кг (або 3,3 м³) на одну на одне ліжко / рік, що становить 0,91 кг/ліжко/день;

– для протитуберкульозних ЛПУ диспансерного типу – 0,107 кг на одне відвідування, при середній щільності відходів класів Б і В – 100 кг / м³ [31].

На підставі проведеного обстеження 46-ти ЛПУ Санкт-Петербурга визначені орієнтовні норми сумарного накопичення відходів в стаціонарних (475 кг/рік на 1 лікарняне ліжко) та амбулаторно-клінічних ЛПУ (0,145 кг/добу на 1 візит), а також встановлені норми накопичення окремих видів відходів (патологоанатомічних, хімічних, радіоактивних тощо) [21].

Кількість відходів, які утворюються в стаціонарних ЛПУ України, становить приблизно 2 кг/ліжко/день і приблизно 0,2 кг/день на 1 візит в амбулаторно-клінічних ЛПУ; кількість інфекційних відходів становить 0,3 кг з кожного лікарняного ліжка за добу [32].

У 2012 р. кількість лікарняних ліжок у стаціонарних ЛПУ Одеської області склала 20,7 тисяч, а кількість осіб, яким була надана допомога в амбулаторно-клінічних ЛПУ – 665,6 тис. осіб. З урахуванням вищенаведених норм [21] протягом 2012 р. в стаціонарних ЛПУ області було утворено майже 9830 тис. кг, а в амбулаторно-клінічних ЛПУ – 96,5 тис. кг відходів, тобто щорічна кількість відходів в стаціонарних і амбулаторно-клінічних ЛПУ Одеської області склала 9926,5 тис. кг.

У разі використання інших орієнтованих норм накопичення [32], в 2015 р. стаціонарних ЛПУ було утворено майже 14117 тис. кг, а у амбулаторно-клінічних ЛПУ – 133,1 тис. кг відходів, тобто загальна щорічна кількість відходів у ЛПУ Одеської області склала 14250,1 тис. кг.

На нашу думку, вищенаведені дані за 2012 і 2015 рр. – це мінімальна кількість МВ, оскільки для розрахунків були прийняті найнижчі норми їх

накопичення, оскільки вони утворюються не тільки у гуманітарних, але і у ветеринарних ЛПУ, а також в об'єктах комунально-побутового сектора Одеської області. Крім того, слід урахувати різке збільшення відходів ЛПУ піз час епідемії COVID-19 (медичні рукавички, упаковка знезаражуючих засобів і ліків, клапани захисних масок тощо) у складі потоці ТПВ під час епідемії коронавірусу істотно збільшилася. Тому на території ЗОЗ, підприємств, установ, закладах торгівлі, майданчиках для контейнерів ТПВ необхідно створити умови для складування засобів індивідуального захисту.

На відходи категорії *A* (епідемічно безпечні) припадає приблизно 5%, на відходи категорії *B* (епідемічно небезпечні) – 80-85%, на відходи категорії *C* (токсикологічно небезпечні) – до 7%, на відходи категорії *D* (радіологічно небезпечні) – приблизно 2% від загальної кількості МВ, що утворюються в ЗОЗ Одеської області.

Стан системи поводження з МВ в ЗОЗ Одеської області, в основному, має тенденцію сумлінного відношення до поводження з клінічними відходами. Це, насамперед, заслуга добропорядних працівників ЛПУ і добросовісності компаній, що надають послуги в сфері поводження з МВ. Однак, варто зазначити, що є низка ЗОЗ, де проблеми з поводженням з клінічними відходами. Крім того, є багато компаній, які фіктивно проводять знищення цих відходів.

Ліцензованими компаніями з поводження (збирання, транспортування, зберігання, утилізація) з МВ в Одеській області є: ТОВ «Укрекопром», ТОВ «Утильвторпром», ТОВ «Центр екологічної безпеки», ТОВ «Грин-порт». Наприклад, ТОВ «Укрекопром» тривалий час співпрацює з багатьма ЛПУ в сфері знищення клінічних відходів. За час епідемії COVID-19, кількість клієнтів цієї значно збільшилася, особливо в західних регіонах України. ТОВ «Укрекопром» має технічну базу для поводження з клінічними відходами відповідно до нормативних вимог, а саме, установку для високотемпературного спалювання клінічних відходів УТ 3000 ДП, спеціальні

транспортні засоби з допуском до перевезення небезпечних вантажів, оптимізований бізнес-процес тощо.

Нагадаємо, що за даними [2] 75-90% МВ аналогічні твердим побутовим (муніципальним) відходам і не становлять особливої небезпеки.

За даними Держкомстату в Одеській області в 2012 р. було утворено 824072,6 т ТПВ що складає 61,6% від загальної кількості відходів. Природно, що більша частка (приблизно 80%) утворених ТПВ (у т. ч. МВ) припадала на обласний центр (м. Одеса). Якщо вважати, лише в ЛПУ утворюється лише 1% від кількості всіх ТПВ [32], то з урахуванням щорічного утворення ТМВ, кількість МВ може становити 8240,7 т. Станом на 2019 рік обсяги збирання ТПВ в Одеській області складали 846741 т, але з урахуванням великої кількості несанкціонованих звалищ ТПВ, масштаби утворення ТПВ можуть досягати не менше 1 млн. т, а МВ в потоці ТПВ – 10000 т.

Частина МВ змішуються з відходами КПС та видалається на звалища (полігони) ТМВ, а тому система поводження з МВ повинна бути вписана в загальну схему диференціації потоків ТМВ. Небезпечні МВ повинні бути відокремлені від потоку ТМВ та пов'язані з ланками системи поводження з відходами ЛПУ. В іншому випадку, за відсутності сортування ТМВ у джерела утворення, навряд чи вдасться знешкоджувати або знищувати МВ, що потрапляють у контейнери ТМВ. Детальних досліджень щодо кількості МВ у потоці відходів КПС не проводилося, тому говорити про їх частку у ТМВ можна тільки імовірно, ґрунтуючись на логічному міркуванні. Результати оцінювання кількості і складу небезпечної складової ТМВ в Одеській області, що є підставою для обґрунтування системи поводження з ними.

Поводження з надзвичайно епідеміологічно небезпечними МВ повинно полягати у ретельному їх відокремленні та знищенні. Для знешкодження таких МВ застосовують інсинератори. Враховуючи екологічну небезпеку викидів токсичних речовин, інсинерацію не можна вважати абсолютно екологічно безпечним методом знищення небезпечних МВ, а тому її слід застосовувати

лише в якості тимчасового методу, якщо відсутні інші можливі варіанти, що не пов'язані з технологіями спалювання.

Решта МВ, після належної обробки або без неї, може бути переведена до розряду вторинних матеріальних ресурсів. Екологічно обґрунтованим методом обробки інфекційних МВ, який потребує порівняно невеликих інвестиційних і експлуатаційних витрат, є використання автоклавів. Інфіковані МВ (відпрацьовані матеріали або елементи обладнання, забруднені кров'ю та іншими біологічними рідинами) в герметичних пакетах доцільно розміщувати у спеціальних контейнерах при ЛПУ з подальшим знешкодженням.

Особливу небезпеку становлять ін'єкційні голки та шприци, оскільки неправильне поводження з ними після застосування може призвести до їх повторного використання. За оцінкою ВООЗ, у 2000 році тільки в результаті повторного використання шприців були інфіковані: 21 мільйон людей – вірусом гепатиту В (HBV) (32% всіх нових інфекцій); 2 мільйони людей – вірусом гепатиту С (HCV) (40% всіх нових інфекцій); принаймні 260 000 людей – ВІЛ (5% всіх нових інфекцій) [20]. Голки (після відокремлення від пластмасового шприца), леза та інші гострі предмети необхідно розміщувати у пластмасові або металеві контейнери.

Відпрацьовані хімікати, які утворюються під час процедур дезінфекції або процесів очищення, і фармацевтичні відходи (складаються з тих, у яких закінчився термін придатності, невикористаних, контамінованих фармацевтичних продуктів, лікарських препаратів і вакцин тощо) включають безліч препаратів, починаючи від фармацевтичних речовин і засобів для чищення, які не становлять ніякого ризику для здоров'я людини і довкілля, і закінчуючи дезінфікуючими засобами, що містять важкі метали, та конкретними ліками, до складу яких входить ціла низка небезпечних речовин. Їх видалення повинно здійснюватися на відповідному об'єкті з видалення відходів залежно від того ризику, який вони несуть у собі. По можливості, старі фармацевтичні засоби та хімічні препарати найкраще повертати

виробнику для утилізації активних компонентів у їх складі або відповідного видалення.

Поводження з відходами фармацевтичної галузі в Україні забезпечується низкою законів та підзаконних актів. В Законі «Про лікарські засоби» (1996) зазначено, що неякісні лікарські засоби (ЛЗ), включаючи ті, термін придатності яких закінчився, підлягають утилізації та знищенню, які проводяться відповідно до правил, що затверджуються МОЗ України, та інших вимог законодавства. Основним документом щодо поведження з неякісними ЛЗ є Наказ МОЗ України № 349 від 08.07.04 «Про затвердження Правил проведення утилізації та знищення неякісних лікарських засобів».

Згідно цих правил до відходів ЛЗ належать: ЛЗ, для яких закінчився термін придатності (за даними, зазначеними в сертифікаті якості та на упаковці виробника відповідної серії лікарського засобу); неякісні ЛЗ, які вилучені з обігу; ЛЗ, які зазнали механічного, хімічного, фізичного, біологічного або іншого впливу, що унеможливило їх подальше використання; незареєстровані ЛЗ, крім випадків, передбачених чинним законодавством України; ЛЗ, щодо яких виявлені раніше невідомі небезпечні властивості, зафіксована серйозна побічна реакція або серйозне побічне явище; фальсифіковані ЛЗ.

Відходи ЛЗ можуть бути утилізовані шляхом використання як вторинних матеріалів чи енергетичних ресурсів у власній установі або передані для утилізації до іншої установи. Порядок проведення, вибір методу знищення відходів ЛЗ визначаються у відповідності до вимог, передбачених державними санітарними нормами, з урахуванням їх небезпечності для здоров'я населення та довкілля. Знищення відходів ЛЗ здійснюється після визначення класу небезпеки, але жоден документ не містить відповідної методики. Зазвичай, ЛЗ класифікують як побутові відходи, хоча клас небезпеки треба визначати за ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поведження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення».

Сучасні технології передбачають знищення чи утилізацію неякісного ЛЗ як з упаковкою, так і окремо. Досить часто упаковка може бути небезпечнішою, ніж неякісний лікарський засіб. Як правило, ЛЗ містять багато діючих та допоміжних речовин (наповнювачі, фармакологічні складники, консерванти, барвники, пластифікатори, плівкоутворювачі). Багатокомпонентною може бути і упаковка. Тому визначання класу небезпеки неякісного лікарського засобу є досить складним процесом, який потребує певних знань, навичок та часу [33]. Для знищення неякісних ЛЗ застосовують такі методи: інкапсуляція; інертизація; термічні методи (високотемпературне спалювання, піроліз); хімічна нейтралізація; автоклавування (для препаратів, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів); метод розведення водою та злив до комунального колектора (може бути застосований для малотоксичних відходів рідких лікарських засобів).

Заходи безпеки та охорони довкілля при утилізації та знищенні ЛЗ розробляє установа, яка здійснює ці функції. Наведені вище правила не поширюються на наркотичні та психотропні засоби, порядок поводження з якими регламентує наказ МОЗ України та Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України № 67/59 від 19.03.99 «Про затвердження Правил проведення утилізації та знищення неякісних лікарських засобів, до складу яких входять наркотичні засоби, психотропні речовини і прекурсори».

ЛЗ, що належать до отруйних речовин, у тому числі продукти біотехнології та біологічні агенти (вакцини, сироватки), антибіотики, знищуються у спеціально відведених місцях чи на об'єктах поводження з відходами за умови дотримання санітарних норм і наявності дозволу органів державної санітарно-епідеміологічної служби, а також з дозволу спеціально вповноважених на те органів виконавчої влади відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 20.06.95 р. № 440 «Про затвердження Порядку одержання дозволу на виробництво, зберігання, транспортування, використання, захоронення, знищення та утилізацію отруйних речовин, у тому

числі токсичних промислових відходів, продуктів біотехнології та інших біологічних агентів» (зі змінами) та згідно з цими Правилами Наказ МОЗ України від 08.07.2004 р. № 349 [34].

На сьогодні перед суспільством гостро постає проблема утилізації виробничих і комерційних відходів фармацевтичної і медичної галузі. Це пов'язано з великим асортиментом відходів виробництва та споживання, які негативно впливають на довкілля. Наприклад, в Одеській області функціонує 942 лікарняних установи і 527 аптек, щоденно в лікарнях утворюється до 5 кг відходів на одного пацієнта. Орієнтовна кількість відходів у Одеській області складає 127750 т на рік, до 100 тис. самоблокуючих шприців, понад 1000 найменувань ЛЗ.

У зв'язку з необхідністю утилізації основної маси відходів фармацевтичної промисловості (ФП) важливою умовою підвищення ефективності діяльності ФП є впровадження реверсивної логістики. Під реверсивною логістикою в фармацевтичній галузі розуміється система управління рухом відходів, які виникають у процесах виробництва, пакування та дистрибуції готових ЛЗ, а також пов'язаних з цим інформаційних і фінансових потоків з метою підвищення ефективності захисту навколишнього середовища та оптимізації витрат, пов'язаних з управлінням відходами.

Таким чином, реверсивна логістика містить розподіл відходів, створення відповідних матеріальних, фінансових і інформаційних потоків, які рухаються у зворотному напрямку у порівнянні зі звичайним; призводить до скорочення джерел відходів (зменшення обсягів відходів), переробку (повернення у виробничий ланцюг), спалювання відходів і отримання енергії, захоронення відходів.

Досить велика кількість МВ – це полімерні матеріали, що використовуються, як упаковка лікувальних препаратів, шприци для ін'єкцій, крапельниці і т. д. На жаль, основним напрямком поводження з ними, який практикується частіше за інші, є термічне знищення, але при спалюванні полімерних МВ утворюються діоксини та інші небезпечні хімічні сполуки.

Однак, полімерні МВ після дезінфекції можна використовувати як вторинну сировину. Наприклад, шляхом піролізу з полімерних МВ отримують віск, стирол, метилметакрилат, вуглець тощо. Вторинна переробка полімерних МВ дозволяє заощадити кошти, за умови відмови від захоронення та термічного знищення відходів, а з урахуванням отримання сировини (у разі промислового використання), швидко окупається і є комерційно привабливим способом їх утилізації.

Частина МВ змішується з відходами КПС та видалається на звалища (полігони) ТПВ, а тому система поводження з ними повинна вписуватися в загальну схему диференціації потоків ТПВ. Отже, небезпечні МВ повинні бути відокремлені від загального потоку ТПВ та прив'язані до системи поводження з відходами ЛПУ. В іншому випадку, за відсутності сортування ТПВ у джерелах утворення, навряд чи вдасться знешкоджувати або знищувати МВ, що потрапляють до загальних контейнерів.

Значна частина МВ вивозиться на полігони та несанкціоновані звалища внаслідок безвідповідальності медичних працівників ЗОЗ, недостатності та недоступності потужностей з оброблення та видалення МВ. Українське обмежені фінансові ресурси є важливим стримуючим фактором, який перешкоджає вдосконаленню системи поводження з медичними відходами. Стан національної економіки в останні роки істотно вплинув на фінансове забезпечення медичної галузі і, очевидно, що залучення фінансових ресурсів, необхідних для впровадження належної системи поводження з МВ, є вкрай складним завданням [1].

Звалища (полігони) ТПВ є сховищем певного ряду шкідливих речовин (діоксини, ртуть- і хлор утримуючі речовини, важкі метали тощо), які потрапляють у ґрунт і ґрунтові води. Крім того, на полігонах зберігаються медичні та фармацевтичні відходи, що містять токсичні хімічні речовини, кров і т. п. і вкрай негативно впливають на ґрунт, повітряний та водний басейни країни. Але ж вони ще є й серйозною загрозою здоров'ю населення. ЛЗ, термін придатності яких минув, можуть потрапити до дітей та сміттярів (за умови, що

полігон побутових відходів не охороняється). При цьому, викрадені ЛЗ можуть потрапити в обіг з метою перепродажу і також завдати негативного впливу здоров'ю людей (особливо це характерно для наркотичних ЛЗ).

Таким чином, реверсивна логістика складається із розподілу відходів, створення відповідних матеріальних, фінансових і інформаційних потоків, які рухаються у зворотному напрямку порівняно зі звичайним; призводить до скорочення джерел відходів (зменшення обсягів відходів), переробку (повернення до виробничого ланцюгу), спалювання відходів задля отримання енергії, захоронення відходів.

Виходячи з того, що медичні рукавички піддаються дезінфекції, їх маса збільшується. Проведення дезінфекції використаних латексних рукавичок необхідно для знищення патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів, вірусів (в тому числі збудників парентеральних вірусних гепатитів, ВІЛ-інфекції), бактерій (включаючи мікобактерії туберкульозу), грибів тощо. Дезінфекція проводиться шляхом занурення використаних медичних рукавичок в розчин у спеціальних ємностях. Для дезінфекції можуть застосовуватись будь-які дезінфікуючі засоби, дозволені до використання і призначені для дезінфекції виробів із гум і латексів. До них належать такі основні хімічні групи: катіонні поверхнево-активні речовини, окиснювачі, хлорутримуючі розчини, розчини на основі перекису водню, спиртів, альдегідів. У лікарні ведеться журнал, в якому фіксується використаний дезінфікуючий засіб. Кожні 3 місяці дезінфікуючий засіб замінюється на інший, щоб уникнути появи звикання у мікроорганізмів до певного засобу. Після дезінфекції медичні рукавички потрапляють до звичайного контейнеру для сміття і вивозяться на полігон ТПВ.

Враховуючи масштаби утворення відходів медичних рукавичок, ми зобов'язані розглянути можливість використання їх в якості вторинної сировини. Відомі способи переробки використаних медичних рукавичок з натурального латексу, які дозволяють отримувати регенований матеріал для використання у виробництві гумотехнічних виробів, що вирішує проблему

екологічно прийнятної утилізації. Латексний регенерат є заміником каучуку і порівняно з регенератом, отриманим із звичайної сировини термомеханічним способом, досить міцний і може бути використаний в гумовій промисловості як добавка до гумових сумішей на основі неполярних каучуків.

Як приклад можна навести шляхи поводження з використаними медичними рукавичками на прикладі окремого ЛПУ. Аналіз накопичення медичних рукавичок представлений за даними звіту Одеської міської клінічної лікарні №1 («Єврейська лікарня»). Загальна кількість операцій протягом 2012-2014 рр. становила 18971, у т.ч. в 2012 р. - 6005, 2013 р. - 6477, 2014 р. - 6489. Враховуючи те, що операції звичайно проводяться у такому складі медичних працівників: два лікаря-хірурги; операційна сестра; лікар-анестезіолог; сестра медична-анестезист; молодша медична сестра (санітар). Використовуючи данні хірургічної активності можна стверджувати, що на проведення операцій у 2012 р. було використано 36030 пар медичних рукавичок, у 2013 р. – 38862 пари медичних рукавичок та у 2014 р. – 38934 пари медичних рукавичок. Вага медичних рукавичок вказана на пакуванні 100 рукавичок (50 пар) відходу рукавичок за 2012 р. – 425 кг, 2013 р. – 458 кг та 2014 р. – 459 кг. Якщо в одній лікарні за рік утворюється майже 20 тис. пар використаних медичних рукавичок, а по всіх лікарнях Одеси приблизно 170 тис. пар медичних рукавичок, то можна уявити наскільки ця кількість збільшиться при врахуванні використаних МР у поліклініках, диспансерах, установах швидкої медичної допомоги та судово-медичної експертизи, НДІ медичного профілю тощо. Утилізація медичних рукавичок є просуванням на шляху до оптимізації системи поводження з окремими складовими небезпечних медичних рукавичок.

Кількість і структура відходів ЛПУ фіксуються центрами медичної статистики, але про частку МВ у морфологічному складі відходів комунально-побутового сектора немає достовірної інформації.

Оскільки значна частина населення лікується в домашніх умовах, то кількість МВ складає істотну частку в загальному потоці ТПВ. У складі МВ можуть бути присутніми: пластик (використані шприци, системи переливання крові, пластмасові катетори тощо); метал (голки, лезі та інші гострі предмети); папір і картон (упаковка); скло (ампули, флакони та ін.); інфікований перев'язувальний матеріал (бинти, тампони та ін.); хімічні речовини (прострочені ліки, непридатні термометри з ртуттю тощо); інфіковані харчові відходи та інші компоненти. Неважко уявити, наскільки значні масштаби накопичення одноразових захисних масок і рукавичок під час епідемії коронавірусу (Covid-19) в Україні, які з майже 90 % інших МВ депонуються у складі звичайних ТПВ на місцевих смітниках без урахування класу їх небезпеки. З метою запобігання поширенню Covid-19 на території підприємств та установ міста необхідно облаштувати окремі місця для збирання використаних персоналом засобів індивідуального захисту в пластикові пакети, що закриваються. Населення міста при відвідуванні закладів торгівлі та громадського харчування міста можуть скористатися такими пунктами для збору використаних засобів індивідуального захисту.

Оскільки частина МВ змішується з ТПВ та видаляється на звалища (полігони), то система поводження з ними повинна вписуватися в загальну схему диференціації потоків ТПВ, тобто небезпечні МВ обов'язково повинні бути відокремлені від загального потоку ТПВ, що особливо важливо під час епідемії. На контейнерних майданчиках повинні бути надійно ізольовані ємності для розміщення використаних захисних масок, рукавичок та інших МВ з подальшим знешкодженням. В іншому випадку, за відсутності сортування ТПВ у джерелах утворення, навряд чи вдасться знешкоджувати або знищувати МВ, що потрапляють до контейнерів ТПВ. Поводження з надзвичайно небезпечними МВ повинно полягати у ретельному їх відокремленні та знищенні. Для знешкодження таких МВ застосовують інсинератори. Враховуючи екологічну небезпеку викидів токсичних речовин, інсинерацію не можна вважати абсолютно екологічно безпечним методом

знищення небезпечних МВ, а тому її слід застосовувати лише в якості тимчасового методу, якщо відсутні інші можливі варіанти, що не пов'язані з технологіями спалювання. Решта МВ (наприклад, деякі полімерні матеріали) після належної обробки або без неї, може бути переведена до розряду вторинних матеріальних ресурсів.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Забезпечення екологічної і санітарно-епідеміологічної безпеки в регіонах України, зокрема в Одеській області, багато в чому, залежить від ефективності функціонування системи поводження з твердими побутовими відходами в цілому та з їх небезпечною складовою, зокрема, медичними відходами.

2. Станом на 01.01.2015 р. загальна кількість передбачених МВ складало 6715 т/рік, в том числі 1679 т/рік – інфекційних відходів, 5036 т/рік – інших відходів. Це мінімальна кількість МВ, оскільки для розрахунків були прийняті найнижчі норми їх накопичення, оскільки вони утворюються не тільки у гуманітарних, але і у ветеринарних ЛПУ, а також в об'єктах комунально-побутового сектора Одеської області. Крім того, слід урахувати різке збільшення відходів ЛПУ піз час епідемії COVID-19.

3. 75-90% МВ аналогічні твердим побутовим (муніципальним) відходам і не і не становлять особливої небезпеки. Якщо вважати, що в ЛПУ утворюється лише 1% від кількості всіх ТПВ, то станом на 2019 рік обсяги збирання ТПВ в Одеській області складали 846741 т, але з урахуванням великої кількості несанкціонованих звалищ ТПВ, масштаби утворення ТПВ можуть досягати не менше 1 млн. т, а МВ в потоці ТПВ – 10000 т.

4. Для поводження з потоками МВ існує система, яка включає ряд підсистем: утворення → сортування, зберігання (та диференціація) в місці утворення → зберігання у спеціальному приміщенні → транспортування в межах ЗОЗ → транспортування за межі ЗОЗ → остаточна утилізація. Таку систему управління МВ можливо використовувати, насамперед, для ЛПУ гуманітарної і ветеринарної медицини.

5. Значна частина МВ вивозиться на звалища (полігони) ТПВ внаслідок безвідповідальності окремих керівників ЛПУ, недостатності та недоступності

потужностей з оброблення, знезараження та знешкодження МВ. А, насправді, МВ є небезпечним фактором прямого й опосередкованого ризику виникнення інфекційних і не інфекційних захворювань серед населення внаслідок можливого забруднення практично всіх складових довілля.

6. Оскільки значна частина населення лікується в домашніх умовах, то кількість МВ складає істотну частку в загальному потоці ТПВ. У складі МВ можуть бути присутніми: пластик (використані шприци, крапельниці та їх упаковка); метал (голки, лезі та інші гострі предмети); папір і картон (упаковка); скло (ампули, флакони та ін.); інфікований перев'язувальний матеріал (бинти, тампони та ін.); хімічні речовини (прострочені ліки, непридатні термометри з ртуттю тощо); інфіковані харчові відходи та інші компоненти. Неважко уявити, наскільки значні масштаби накопичення одноразових захисних масок і рукавичок під час епідемії коронавірусу (COVID-19) в Україні, які з майже 90 % інших МВ депонуються у складі звичайних ТПВ на місцевих смітниках без урахування класу їх безпеки.

7. Оскільки частина МВ змішується з ТПВ та видаляється на звалища (полігони), то система поводження з ними повинна вписуватися в загальну схему диференціації потоків ТПВ, тобто небезпечні МВ обов'язково повинні бути відокремлені від загального потоку ТПВ, що особливо важливо під час епідемії.

8. Під час епідемії COVID-19 на контейнерних майданчиках повинні бути надійно ізольовані ємності для розміщення використаних захисних масок, рукавичок та інших МВ з подальшим знешкодженням. В іншому випадку, за відсутності сортування ТПВ у джерелах утворення, навряд чи вдасться знешкоджувати або знищувати МВ, що потрапляють до контейнерів ТПВ. Поводження з надзвичайно небезпечними МВ повинно полягати у ретельному їх відокремленні та знищенні. Для знешкодження таких МВ застосовують інсинератори. Враховуючи екологічну небезпеку викидів токсичних речовин, інсинерацію не можна вважати абсолютно екологічно безпечним методом знищення небезпечних МВ, а тому її слід застосовувати

лише в якості тимчасового методу, якщо відсутні інші можливі варіанти, що не пов'язані з технологіями спалювання. Решта МВ (наприклад, деякі полімерні матеріали) після належної обробки або без неї, може бути переведена до розряду вторинних матеріальних ресурсів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. N 820). URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p> (дата звернення: 11.10.2020 р.).
2. Medical Waste Management. International Committee of the Red Cross (ICRC). URL: <https://www.icrc.org/en/doc/assets/files/publications/icrc-002-4032.pdf> ((Accessed: 16.10.2020).
3. Санітарні правила і норми (СанПіН 2.1.7.728-99). Правила збору, зберігання та видалення відходів лікувально-профілактичних установ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/58855349>(дата звернення: 15.01.2018 р.).
4. Санітарні правила і норми (СанПиН 2.1.7.728-99). Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений. М. 2010. 12 с. URL: http://medethod.ru/_mod_files/ftpfiles/medicinskie-othody-SanPin-2-1-7-2790-10-LPU.pdf (дата звернення: 11.10.2020 р.).
5. Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.1.7.2790-10). Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами. М., 2010. 8 с. URL: <http://www.sisterflo.ru/sanpins/SP2790-10.php> (дата звернення: 11.10.2020 р.).
6. Проданчук М.Г., Повякель Л. І., Бобильова О.О., Бережнов С.П. Класифікація медичних відходів з урахуванням факторів небезпеки в проекті ДСанПіН «Правила поводження з медичними відходами». *Сучасні проблеми токсикології*. 2012. № 1. 57–68.
7. Гуріна І.В. Аналіз сучасних підходів до класифікації медичних відходів в Україні. *Ліки України плюс*. 2014. №4 (21). С. 51-54.
8. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Панченко Т.І. Проблема класифікації медичних відходів і поводження з ними в Україні. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2015. №19. С. 3-8.

9. А.с. Класифікація небезпечної складової твердих муніципальних відходів / Т.П. Шаніна, Т.А Сафранов, В.Ю. Приходько. № 66836 від 21.07.2016.

10. А.с. Класифікація медичних відходів та поводження з ними / Т.А Сафранов, Т.П. Шаніна, Т.І. Панченко, В.Ю. Приходько. № 66837 від 21.07.2016.

11. Safranov T., Shanina T., Prykhodko V. Classification principles of hazardous compound in municipal solid waste as an element of management and treatment system// Journal of acta facultatis studiorum humanitatis et naturae universitatis presoviensis. *Natural Science. Biology – Ecology*. 2017. Volume XLIII. Presov, Slovak republic. P. 105-111.

12. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Приходько В.Ю. Класифікація твердих побутових відходів як передумова формування системи поводження з ними в регіонах України: монографія. Дніпро: Видавець Біла К.О., 2018. 100 с.

13. Якименко В.Б. Методы обработки медицинских отходов. *Твердые бытовые отходы*. 2006. №12. С. 8-16.

14. Соколова Н.Ф. и др. Рецензия на книгу «В. В. Шкарин, М. Ш. Шафеев Дезинфектология: Руководство для студентов медицинских вузов и врачей. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2004. № 6. С. 58-61

15. Федорова Л.С., Арефьева Л.И., Путинцева Л.С. Современные средства дезинфекции и дезинсекции: характеристика, назначение, перспективы. *Медицина и здравоохранение*. 1991. № 2. С. 3-25.

16. Волков Ю.П. Перспективы развития исследований в области разработки дезинфицирующих средств// Материалы научной конференции «Актуальные проблемы дезинфекции, стерилизации, дезинсекции и дератизации». М., 1992. С. 4-13.

17. Чарнецкий А.Д., Кофман Д.И., Востриков М.М. Медотходы: уничтожать в инсинераторах или обезвреживать в стерилизаторах? *Медтехника и медизделия*. 2006. №2(31). С. 31-47.

18. Аргунов М.Н., Бузлама В.С., Рецкий М.И. Ветеринарная токсикология с основами экологии. М.: Медицина, 2005. 489 с.
19. Утилизация медотходов. URL: <http://steriliz.narod.ru/0butil.htm> (дата звернення: 10.10.2020 р.).
20. Національна стратегія управління відходами для України. Попередній проект. Додаток 6. Медичні відходи. Розроблено Consortium Resources and Waste Advisory Group Limited, UK and COWI A/S, Denmark. Київ, 2016. URL: <http://compi.com.ua/nacionalena-strategiya-upravlinnyavidhodami-dlya-ukrayini-pop.html?page=13> (дата звернення: 15.10.2020 р.).
21. Отходы учреждений здравоохранения: современное состояние проблемы, пути решения / Под ред. Л.П. Зуевой. СПб. 2003. 43 с.
22. Самойленко Н.М. Проблеми визначення класів небезпеки неякісних лікарських засобів. URL: <http://waste.ua/cooperation/2011/theses/samoylenko.html> (дата звернення: 10.10.2020 р.).
23. Третьяков О.В., Чхало В.В. Разработка концепций сбора, транспортирования, переработки и утилизации твердых бытовых отходов для регионов // Сотрудничество для решения проблемы отходов: тезисы докладов конф. с междунар. участием (Харьков, 5-6 февр. 2004 г.). Х. 2004. С. 64-65.
24. Порівняльні техніко-економічні характеристики з аналогічними установками імпортного і вітчизняного виробництва. URL: <http://www.euro-medic.ab-host.ru/sravn.html> (дата звернення: 10.10.2020 р.).
25. ТТ-експрес. СВЧ–установка УОМО-01/150-«О-ЦНТ». URL: <http://www.tt-expert.ru/tech/svh.php>)/ (дата звернення: 10.10.2020 р.).
26. Инсинераторы серии ИН-50 для термічного знищення відходів. URL: <http://eco-centr.narod.ru/insinerator.html> (дата звернення: 10.10.2020 р.).
27. Боравский Б.В., Боравская Т.В., Десяткова К.С. Справочное руководство по обращению с отходами лечебно-профилактических учреждений. М.: ООО «Мир прессы», 2006. 432 с.

28. Определение и классификация отходов здравоохранения. URL: <http://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=16&c> (дата звернення: 11.10.2020 р.).

29. Оцінка практики поводження з медичними відходами (ПМВ) в закладах охорони здоров'я в Україні. Підсумковий звіт UNDP in Ukraine, 2019. URL: <file:///C:/Users/%D0%A2%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BB%D0%B0%D0%BD/Downloads/UKR-Waste-management-report.pdf> (дата звернення: 15.10.2020 р.).

30. Щербо А.П., Баев А.С., Селезнёв В.Г. Временные рекомендации по правилам обращения с отходами здравоохранения, Региональный санитарный норматив. СПб, 1998. 64 с.

31. Мироненко О.В., Ломтев А.Ю., Озерова Е.М. и др. Применение ГИС-технологий для создания системы обращения с медицинскими отходами классов Б и В в Санкт-Петербурге. *Поликлиника*. 2013. №6. С. 60-66.

32. Попович О.Р., Ятчишин Ю.Й., Мальований М.С. та ін. Проблема утилізації небезпечних медичних відходів (на прикладі України та Польщі). *Вісник Львівського національного університету «Львівська політехніка»: Хімія, технологія речовин та їх застосування*. 2008. № 622. С. 60-63.

33. Самойленко Н.М., Єрмакович І.А. Проблеми визначення класів безпеки неякісних лікарських засобів. URL: <http://waste.ua/cooperation/2011/theses/samoylenko.html> (дата звернення: 16.10.2020 р.).

34. Про затвердження Правил проведення утилізації та знищення неякісних лікарських засобів (Наказ МОЗ України №349 від 08.07.2004 р. URL: <http://www.apteka.ua/article/33805> (дата звернення: 17.10.2020 р.).

ДОДАТКИ

Додаток А

Публікації за темою магістерської кваліфікаційної роботи:

1. Данкевич В.І., Сафранов Т.А. Проблема поводження з медичними відходами в потоці твердих побутових відходів окремих регіонів України// проблеми охорони довкілля. Матеріали Міжнародної наукової конференції молодих вчених (Одеса, ОДЕКУ, 1 – 3 червня 2020 р.). Одеса; ОДЕКУ. С . 46-49.

2. Сафранов Т.А., Данкевич В.І. Особливості поводження з медичними відходами в потоці твердих побутових відходів//Збірник матеріалів 6-го Міжнародний конгрес «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища.Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (Львів, НУ «Львівська політехніка», 23-25 вересня 2020 р.). Львів: Західно-Український Консалтинг Центр (ЗУКЦ), ТзОВ, 2020. С. 177.

3. Данкевич В.И., Сафранов Т.А., Принципы обращения с медицинским отходами в регионах Украины// Матеріали VII Міжнародної наукової конференції молодих вчених 26 – 27 листопада 2020 р. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2020. С. 111-115.

В.І. Данкевич