

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Т.А. Сафранов, Т.П. Шаніна, В.Ю. Приходько

**КЛАСИФІКАЦІЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЯК
ПЕРЕДУМОВА ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ
З НИМИ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ**

МОНОГРАФІЯ

Дніпро

Видавець Біла К.О.

2018

УДК 502.174:628.2.032(477)

ББК 20.1

С 12

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради
Одеського державного екологічного університету
Міністерство освіти і науки України
(протокол № 2 від 23.02.2018 р.)

Р е ц е н з е н т и:

Внукова Н.В. - доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології Харківського національного автомобільно-дорожнього університету;

Сейфулліна І.Й. - доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри загальної хімії та полімерів Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, заслужений діяч науки і техніки України.

Сафранов Т.А.

С-11 Класифікація твердих побутових відходів як передумова формування системи поводження з ними в регіонах України: моногр./ Т.А. Сафранов, Т.П. Шаніна, В.Ю. Приходько. – Дніпро: Видавець Біла К.О., 2018. – 100 с.

ISBN 978-617-645-284-3

У монографії викладено дані щодо загальних уявлень про відходи та принципи їх класифікації. Упорядковані підходи щодо принципів класифікації та поводження з твердими побутовими відходами. Запропоновані власні класифікації понять: тверді побутові відходи; небезпечна складова твердих побутових відходів; медичні відходи; відходи електричного та електронного обладнання. Показано, що при виборі найбільш прийнятних методів переробки, утилізації і видалення твердих побутових відходів та їх небезпечної складової їх необхідно класифікувати, тобто слід здійснити процес упорядкування даних про них залежно від цілей, спираючись на те, що класифікація – це підґрунтя системи управління та поводження з різноманітними відходами.

Рекомендується фахівцям у галузі екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування, а також аспірантам і студентам екологічно орієнтованих спеціальностей.

УДК 502.174:628.2.032(477)

ББК 20.1

ISBN 978-617-645-284-3

© Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Приходько В.Ю., 2018

© Одеський державний екологічний університет, 2018

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕДМОВА	4
1 ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ВІДХОДИ ТА ПРИНЦИПИ ЇХ КЛАСИФІКАЦІЇ.....	6
2 ПРИНЦИПИ КЛАСИФІКАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.....	25
2.1 Класифікація твердих побутових відходів як підґрунтя для поводження з ними	25
2.2 Класифікація небезпечної складової твердих побутових відходів як підґрунтя для поводження з ними.....	28
2.3 Класифікація медичних відходів як підґрунтя для поводження з ними.....	31
2.4 Класифікація відходів електричного та електронного обладнання як підґрунтя для поводження з ними.....	40
3 ПРИНЦИПИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ.....	45
3.1 Принципи диференціації потоків твердих побутових відходів	45
3.2 Принципи поводження з небезпечною складовою твердих побутових відходів.....	51
3.2.1 Принципи поводження з медичними відходами.....	52
3.2.2 Принципи поводження з відходами електричного та електронного обладнання.....	62
ПІСЛЯМОВА	90
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	92
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	99

ПЕРЕДМОВА

Одним із негативних наслідків антропогенної діяльності є утворення відходів, серед яких тверді побутові займають особливе місце. Зростаючі обсяги утворення твердих побутових відходів (ТПВ) є однією із складових прогресуючого антропогенного навантаження і погіршення якості довкілля в усіх регіонах України. Тому створення і впровадження ефективної системи управління та поводження з ТПВ є важливою задачею забезпечення екологічної безпеки і сталого розвитку регіонів країни.

Поняття «управління відходами» може охоплювати як організацію їх збирання, транспортування та утилізації, так і заходи щодо зменшення кількості генерації відходів (на основі організаційних, нормативно-правових, законодавчих, економічних, освітньо-інформаційних і інших підходів), що набагато ширше за поняття «поводження з відходами». У деяких нормативно-законодавчих документах під «поводженням з відходами» розуміються дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, транспортування, зберігання, обробку, утилізацію, видалення, знешкодження та поховання (включаючи контроль за означеними операціями і нагляд за місцями їх розміщення). У зв'язку із цим словосполучення «управління та поводження з відходами» видається цілком припустимим.

Проблема управління та поводження з ТПВ залишається однією з найбільш актуальних екологічних і соціально-економічних проблем України. Все розмаїття підходів щодо поводження з ТПВ фактично можна звести до їх захоронення на полігонах (звалищах) або переробки. Домінуючим способом поводження з ТПВ в Україні залишається їх вивезення та захоронення на полігонах і сміттєзвалищах, а це вимагає значних земельних ресурсів. Полігони (звалища) ТПВ є джерелом фізичного, хімічного та біологічного забруднення довкілля. Наявність небезпечних компонентів у складі ТПВ є фактором екологічної загрози для населення регіонів України, а також погіршення якості навколишнього середовища.

«Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року» (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. N 820) [1] визначає головні напрями державного регулювання у сфері поводження з відходами в найближчі десятиліття з урахуванням європейських підходів до питань управління відходами. Беручи до уваги стратегічні положення [1], слід створити і реалізувати регіональні заходи щодо ефективної системи управління та поводження з ТПВ, обґрунтувавши шляхи на всіх стадіях їх життєвого циклу відповідно до стандартів Європейського Союзу (ЄС). Для реалізації регіонального підходу необхідно обґрунтувати шляхи управління та поводження з ТПВ на всіх стадіях.

Класифікація ТПВ і їх складових є необхідною умовою вирішення проблеми управління та поводження з ними в регіонах України. У даній роботі запропоновані новітні підходи відомості щодо принципів, прикладних аспектів класифікації ТПВ і їх складових та поводження з ними.

Автори висловлюють свою подяку за допомогу при підготовці рукопису монографії завідувачу навчальної лабораторії екологічних досліджень кафедри екології та охорони довкілля Одеського державного екологічного університету Л.В. Недовій.

1 ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ВІДХОДИ ТА ПРИНЦИПИ ЇХ КЛАСИФІКАЦІЇ

У ряді документів наводяться різні визначення поняття «відходи». Так, Базельська конвенція про контроль за транскордонним переміщенням небезпечних відходів і їх видаленням трактує поняття «відходи» як речовини або предмети, які видаляються або призначені до видалення, або мають бути видалені відповідно до вимог національного законодавства.

Рамкова ЄС дає більш широке визначення відходів: це будь-які речовини або об'єкти, від яких позбавляється, або збирається позбавитися власник, або від нього вимагають це зробити.

Дж. Пічтел (*John Pichtel*, 2014) [2] надає таке визначення твердих відходів: це тверді матеріали, що мають від'ємну економічну цінність, яка означає, що їх дешевше позбутися, аніж використовувати.

Державний класифікатор відходів України ДК 005-96: *відходи* – це будь-які речовини і предмети, що утворюються в процесі виробництва і життєдіяльності людини або внаслідок природних, або техногенних катастроф, які не мають свого подальшого призначення за місцем утворення і підлягають видаленню, або переробці з метою забезпечення захисту НС і здоров'я людей, або з метою повторного їх залучення до господарської діяльності як матеріально-сировинних, або енергетичних ресурсів.

Закон України «Про відходи» (05.03.1998 р.): *відходи* – це будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються в процесі людської діяльності і не використовуються потім за місцем утворення або виявлення, від яких їх власник позбавляється, має намір, або зобов'язаний позбавитися шляхом їх утилізації, або видалення.

Окрім визначення поняття «відходи» в Законі України «Про відходи» дається тлумачення термінів, що використовуються у сфері управління і поводження з відходами:

- *небезпечні відходи* – відходи, фізичні, хімічні і/або біологічні характеристики яких створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища (НПС) і здоров'я людини і які вимагають спеціальних методів і способів поводження з ними;

- *поводження з відходами* – дії, направлені на попередження утворення відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, обробка, утилізація, видалення, знешкодження і поховання, включаючи контроль за цими операціями і нагляд за місцями видалення;

- *збирання відходів* – діяльність, пов'язана з вилученням, накопиченням і розміщенням відходів у спеціально відведених місцях або об'єктах, включаючи сортування відходів з метою подальшої утилізації, або видалення;

- *зберігання відходів* – тимчасове розміщення відходів у спеціально відведених місцях або об'єктах (до їх утилізації або видалення);

- *обробка (переробка) відходів* – проведення будь-яких технологічних операцій, пов'язаних зі зміною фізичних, хімічних або біологічних властивостей відходів, з метою підготовки їх до екологічно безпечного зберігання, перевезення або видалення;

- *перевезення відходів* – транспортування відходів від місць їх утворення або зберігання до місць чи об'єктів обробки, утилізації або видалення;

- *утилізація відходів* – використання відходів у якості вторинних матеріальних або енергетичних ресурсів;

- *видалення відходів* – проведення операцій з відходами, які не призводять до їх утилізації;

- *знешкодження відходів* – зменшення або ліквідація небезпеки відходів шляхом механічної, фізико-хімічної, або біологічної обробки;

- *поховання відходів* – остаточне розміщення відходів при їх видаленні в спеціально відведених місцях або об'єктах так, щоб довготривалий шкідливий вплив відходів на навколишнє середовище (НС) і здоров'я людини не перевищував встановлених нормативів;

- *об'єкти поводження з відходами* – місця або об'єкти, які використовуються для збору, зберігання, обробки, утилізації, видалення, знешкодження і поховання відходів;

- *спеціально відведені місця або об'єкти* – місця або об'єкти (місця видалення відходів, полігони, комплекси, споруди, ділянки надр і т.д.), на використання яких отримано дозвіл спеціально уповноважених органів на видалення відходів або проведення інших операцій з відходами.

Для вибору найбільш прийнятних методів переробки, утилізації і видалення відходів необхідно їх класифікувати.

Класифікація відходів – процес упорядкування даних про відходи, який включає: 1) ідентифікацію відходів відповідно до їх стану, складу і властивостей; 2) співвідношення з певним процесом утворення і видом економічної діяльності; 3) віднесення до будь-яких інших систем групування, що діють, або переліків (забруднень, вторинних ресурсів, токсикантів тощо), категорій речовин, матеріалів і інших об'єктів; 4) віднесення до певних видів переробки, утилізації і видалення відходів.

Як видно з визначення, залежно від цілей, за якими створюється класифікатор, класифікацій відходів, може бути досить багато.

Класифікація відходів проводиться за наступними *ознаками*:

- за місцем утворення;
- за галузями промисловості;
- за видами діяльності підприємства;
- за стадіями виробничого циклу;
- за операціями;

- за агрегатним станом;
- за класом токсичності;
- за ступенем збитку, що завдається НС і здоров'ю населення;
- за напрямом використання;
- за ефективністю використання;
- за величиною запасу і об'ємом використання;
- за ступенем вивчення і розробленості технологій утилізації;
- за приналежністю до Переліку певного кольору;
- по Базельській конвенції 1992 р.;
- за Міжнародним кодом ідентифікації відходів (МКІВ);
- за національним Класифікатором відходів (КВ).

Наприклад, *класифікація за місцем утворення відходів*:

- виробничі;
- промислові;
- сільськогосподарські;
- побутові (комунальні);
- відходи споживання;
- радіоактивні.

Виробничі відходи – це різноманітні за складом і фізико-хімічними властивостями залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що утворилися при виробництві продукції або виконанні робіт, що характеризуються потенційною споживчою цінністю (придатністю для корисного використання). Вони є за своєю природою вторинними матеріальними ресурсами, використання яких у матеріальному виробництві вимагає певних додаткових операцій з метою надання їм необхідних властивостей або чіткої фіксації цих властивостей.

Для виробничих відходів виділяють декілька груп відходів за ступенем впливу на людину:

- *небезпечні відходи* – фізичні, хімічні або біологічні характеристики яких можуть створити або створюють значну небезпеку для НС і здоров'я людини, у зв'язку з чим виникає необхідність у спеціальних методах і способах поводження з ними;
- *токсичні відходи* – різновид небезпечних відходів, які при проникненні всередину організму через органи дихання, травлення або шкіру справляють отруйливий вплив, можуть спричинити затяжні або хронічні захворювання, включаючи захворювання раком;
- *радіоактивні відходи*.

Класифікація за галузями промисловості:

- відходи хімічної промисловості;
- відходи металургійної промисловості;
- відходи електротехнічної промисловості, і так далі.

Класифікація за видами виробничої діяльності:

- відходи сірчанокислотного виробництва

- відходи автоскладального виробництва;
- відходи підшипникового виробництва.

Класифікація (і позначення) відходів за агрегатним станом:

- Р – рідкі;
- Т – тверді;
- Ш – шламоподібні (пастоподібні);
- Г – газоподібні;
- З – змішані;
- У – невизначені.

Класифікація за ступенем токсичності. Всі промислові відходи можна розділити на два види: *нетоксичні* і *токсичні*.

Оцінка небезпеки речовини може бути визначена виключно експериментально: спочатку на тваринах, а потім на людях. При класифікації враховується реальна і потенційна небезпека відходів. Реальна небезпека визначається можливістю розвитку отруєння і оцінюється за значеннями показників, що встановлюються експериментально. Потенційна небезпека визначається вірогідністю попадання екотоксиканту в організм при вдиху, з їжею або при потраплянні на шкіру.

Токсичність відходів обернено пропорційна смертельній дозі, але прямо пропорційна небезпеці впливу.

Небезпека екотоксичного впливу відходу тим вища, чим нижче значення порогу шкідливого впливу.

Екотоксичними називаються речовини або відходи, які у разі попадання в НС представляють загрозу для нього в результаті біологічного концентрування (накопичення в харчовому ланцюжку), або можуть справляти токсичний вплив на біотичні системи.

До властивостей відходів, що підвищують їх екологічну небезпеку, відносяться: 1) розчинність; 2) нестабільність; 3) летючість; 4) схильність до пілоутворення.

З існуючих класифікацій відходів за токсичністю найбільший інтерес представляє класифікація, що використовується в гігієнічній практиці (табл. 1.1). Виділяється чотири класи небезпеки, сформовані на підставі середньолетальних доз і гранично допустимих концентрацій (ГДК) речовин: 1-й клас небезпеки – *дуже небезпечні*; 2-й – *високо небезпечні*; 3-й – *помірно небезпечні*; 4-й – *мало небезпечні*.

1 клас (дуже небезпечні відходи) характеризується вкрай високим ступенем шкідливого впливу на НС, при цьому екологічна система необоротно порушена, період відновлення не визначений. Наявність у відходах ртуті, сулеми, хромату калію, трихлориду сурми, бенз(а)пірену, оксиду миш'яку і інших високотоксичних речовин дозволяє віднести їх до першого класу небезпеки. Прикладами відходів 1 класу є люмінесцентні лампи, ртутьвмісні прилади, гальваношлами.

Таблиця 1.1 – Класифікація відходів за рівнем небезпеки
(ГОСТ 12.1.007-76)

Показники токсичності	Норми для класів небезпеки			
	дуже небезпечні	високо небезпечні	помірно небезпечні	мало небезпечні
ГДК робочої зони, мг/м ³	< 0,1	0,1–1,0	1,1–10,0	> 10,0
Середня летальна доза, потрапляння в шлунок, мг/кг	< 15	15–150	151–5000	> 5000
Середня летальна концентрація, наскрізна, мг/кг	< 100	100–500	501–2500	> 2500
Середня летальна концентрація, інгаляція, мг/м ³	< 500	501–5000	5001–50000	> 50000
Коефіцієнт можливого інгаляційного отруєння	> 300	300–30	29–3	< 3
Зона гострого впливу	< 6,0	6–18	18,1–54	> 54
Зона хронічного впливу	> 10	10-5	4,9-2,5	< 2,5

2 клас (високонебезпечні відходи) характеризуються високим ступенем впливу на НС. Екологічна система сильно порушена, період відновлення складає не менше 30 років після повного усунення джерела шкідливого впливу. Наявність у відходах хлориду міді, хлориду нікелю, триоксиду сурми, нітрату свинцю і дає підставу віднести ці відходи до другого класу небезпеки. Прикладами відходів 2 класу небезпеки є сірчана кислота відпрацьованих акумуляторів, акумулятори з електролітом, що не злитий.

3 клас (помірно небезпечні відходи) характеризуються середнім ступенем впливу на НС. Екологічна система порушена, період відновлення не менше 10 років після зниження шкідливого впливу від існуючого джерела. Наявність у відходах сульфату міді, оксалату міді, оксиду свинцю, чотирьохлористого вуглецю дозволяє віднести їх до третього класу небезпеки. Прикладами відходів 3 класу небезпеки є свинець відпрацьованих акумуляторів, відпрацьовані мастила, обтиральний матеріал, забруднений мастилами (при його вмісті більше 15%).

4 клас (малонебезпечні відходи) характеризуються низьким ступенем впливу на НС. Екологічна система порушена, період самовідновлення складає не менше 3 років. Наявність у відходах сульфату марганцю, фосфатів, сульфату цинку, хлориду цинку дає підставу віднести їх до четвертого класу небезпеки. Прикладами є ТПВ від житла, відпрацьовані автомобільні шини, кускові відходи деревно-стружкових плит (ДСП), будівельне сміття.

Клас небезпеки відходів встановлюється розрахунковим методом залежно від вмісту в них високотоксичних речовин або згідно переліку відходів, який приведено в Державному КВ [3].

«Кольорова» класифікація відходів поділяється на «червоний», «жовтий» та «зелений» списки.

«Червоний» список складають відходи, ввезення яких на територію

країни заборонено. Заборонений також їх транзит через територію країни. Поводження з відходами такого рівня небезпеки регулюється Базельською конвенцією. «Червоний» список містить 96 їх найменувань, вони позначені літерою *R* (від англ. *red* - червоний) і розбиті на 3 групи (*A*, *B*, *C*), всередині яких існує цифрова нумерація. Наприклад, в розділ *A* включені: медичні відходи, отримані в результаті медичного обслуговування пацієнтів у лікарнях, поліклініках і клініках; шлами бензину, що містять свинець; залишки від операцій по видаленню промислових відходів; залишки від спалювання побутових відходів; відпрацьовані травильні розчини; азбест (пил і волокна); ціаніди; синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР).

«Жовтий» («янтарний») список включає відходи, які підпадають під регулювання відповідно до прийнятого законодавства. Він складається із менш небезпечних відходів, таких як феноли, свинцеві акумуляторні батареї, що відслужили свій термін. Транскордонне перевезення цих відходів, їх утилізація/видалення вимагає оформлення неповного пакету документів і розгляду його в спрощеному порядку компетентним органом. «Жовтий» список складається із 116 найменувань відходів, які мають позначення *A* (від англ. *amber* – жовтий або янтарний). Вони розбиті на 4 групи (*A*, *B*, *C*, *D*), всередині яких існує цифрова нумерація. До цієї групи відносяться, наприклад: відходи металів і їх сплавів (з подальшою деталізацією); відходи гірничо-видобувної промисловості (з подальшою деталізацією); тверді пластмасові відходи (з подальшою деталізацією); відходи виробництва паперу, картону і паперової продукції (з подальшою деталізацією); відходи скла (з подальшою деталізацією).

«Зелений» список складають відходи, транскордонні перевезення яких регулюються існуючими заходами контролю, звичайно вживаними в торгових операціях. До «зеленого» списку увійшли 235 найменувань відходів, які вважаються небезпечними при перевезеннях і експортуються (імпортується) без будь-яких обмежень, вони позначені літерою *G* (від англ. *green* – зелений) і розбиті на 15 груп (від *A* до *O*), всередині яких існує цифрова нумерація.

Класифікація небезпечних властивостей відходів наведена у табл. 1.2. Ця класифікація відповідає переліку, що міститься у додатку III до Базельської конвенції та системі класифікації небезпечних властивостей відходів, що зазначена в Рекомендаціях ООН з перевезення небезпечних вантажів (ST/SG/AC.10/1/Rev.5, ООН, Нью-Йорк, 1998 р.).

Інструкція з отримання Міжнародного коду ідентифікації відходів містить шість таблиць.

Таблиця 1. Причини, унаслідок яких речовини, матеріали та предмети підлягають утилізації /видаленню.

Таблиця 2. Операції з видалення та утилізації відходів.

Таблиця 3. Категорії потенційно небезпечних відходів (табл.1.2).

Таблиця 1.2 – Класифікація небезпечних властивостей відходів

Клас ООН	Код	Властивості
1	H1	<i>Вибухові речовини.</i> Вибухові речовини або їх відходи – тверді або рідкі речовини, або відходи, які самі по собі спроможні до хімічної реакції з виділенням газів такої температури і тиску і з такою швидкістю, що може викликати пошкодження навколишніх предметів.
3	H3	<i>Вогненебезпечні рідини</i> («вогненебезпечні» є синонімом терміну «легкозаймисті»). Це рідини і їх суміші, які містять тверді речовини в розчині або суспензії (н-д: фарби, політури, лаки), які виділяють вогненебезпечну парупри температурі не вище 60,5°C при випробуваннях в закритому об'ємі або не вище 65,6°C при випробуваннях у відкритому об'ємі.
4.1	H4.1	<i>Вогненебезпечні тверді речовини.</i> Тверді речовини (тверді відходи), окрім класифікованих як вибухові, за умов, що виникають при транспортуванні, перетворюються на легкозаймисті і можуть при терті викликати або підсилити пожежу.
4.2	H4.2	<i>Речовини або відходи, що здатні займатися.</i> Речовини або відходи, що здатні мимоволі розігріватися за нормальних умов перевезення, або здатні нагріватися при контакті з повітрям, а потім самозайматися.
4.3	H4.3	<i>Речовини або відходи, що виділяють вогненебезпечні гази при взаємодії з водою.</i> Речовини або відходи, які при взаємодії з водою здатні самозайматися або виділяти легкозаймисті гази в небезпечних кількостях.
5.1	H5.1	<i>Окислюючі речовини.</i> Речовини або відходи, що самі по собі не обов'язково пальні, але в разі виділення кисню можуть викликати, або сприяти спалаху інших матеріалів.
5.2	H5.2	<i>Органічні пероксиди.</i> Органічні речовини або відходи, що містять групу – O–O–, є термічно нестійкими речовинами, схильними до розпаду, що самоприскорюється.
6.1	H6.1	<i>Отруйні речовини.</i> Речовини або відходи, які, потрапляючи до організму через органи дихання, травлення, або шкіру, здатні спричинити смерть людини, або надати їй сильного негативного впливу.
6.2	H6.2	<i>Інфікуючі речовини.</i> Речовини або відходи, що містять життєздатні мікроорганізми, або їх токсини, які викликають захворювання тварин, або людей.
8	H8	<i>Корозійні речовини.</i> Речовини або відходи, які шляхом хімічного впливу можуть при безпосередньому контакті викликати серйозні пошкодження живої тканини, або у разі протікання можуть зіпсувати інші вантажі, або транспортні засоби, або спричинити інші види небезпеки.
9	H10	<i>Виділення токсичних газів при контакті з повітрям або водою.</i> Речовини або відходи, які при взаємодії з повітрям, або водою можуть виділяти токсичні гази в небезпечних об'ємах.
9	H11	<i>Токсичні речовини.</i> Речовини або відходи, які при проникненні в організм через органи дихання, травлення або шкіру можуть спричиняти затяжні, або хронічні захворювання, включаючи ракові.
9	H12	<i>Екотоксичні речовини.</i> Речовини або відходи, які у разі попадання в НС шкідливо впливають (відразу або з часом) на нього внаслідок біоакумулювання і/або мають токсичний вплив на біотичні системи.
9	H13	Речовини, що здатні будь-яким чином після їх видалення утворювати інші матеріали, наприклад, шляхом вилугування, причому, ці матеріали зберігають якість із вказаних вище властивостей.

Таблиця 4. Складові (елементи) потенційно небезпечних відходів.

Таблиця 5. Перелік небезпечних властивостей.

Таблиця 6. Види діяльності, які призводять до утворення потенційно небезпечних відходів.

У таблицях вказані кодові номери Організації економічного співробітництва та розвитку, які у сукупності забезпечують можливість надання повної характеристики небезпечних відходів за допомогою Міжнародного коду ідентифікації відходів (МКІВ).

За допомогою МКІВ відходи класифікуються за: переліком небезпечних галузей (A_{100} - A_{950}); переліком небезпечних елементів (C_1 - C_{51}); переліком небезпечних властивостей (H_1 - H_{13}); причинами потенційної небезпеки (Q_1 - Q_{16}); видами потенційної небезпеки (1-40); операціями, як, приклад, показано на рис. 1.1.

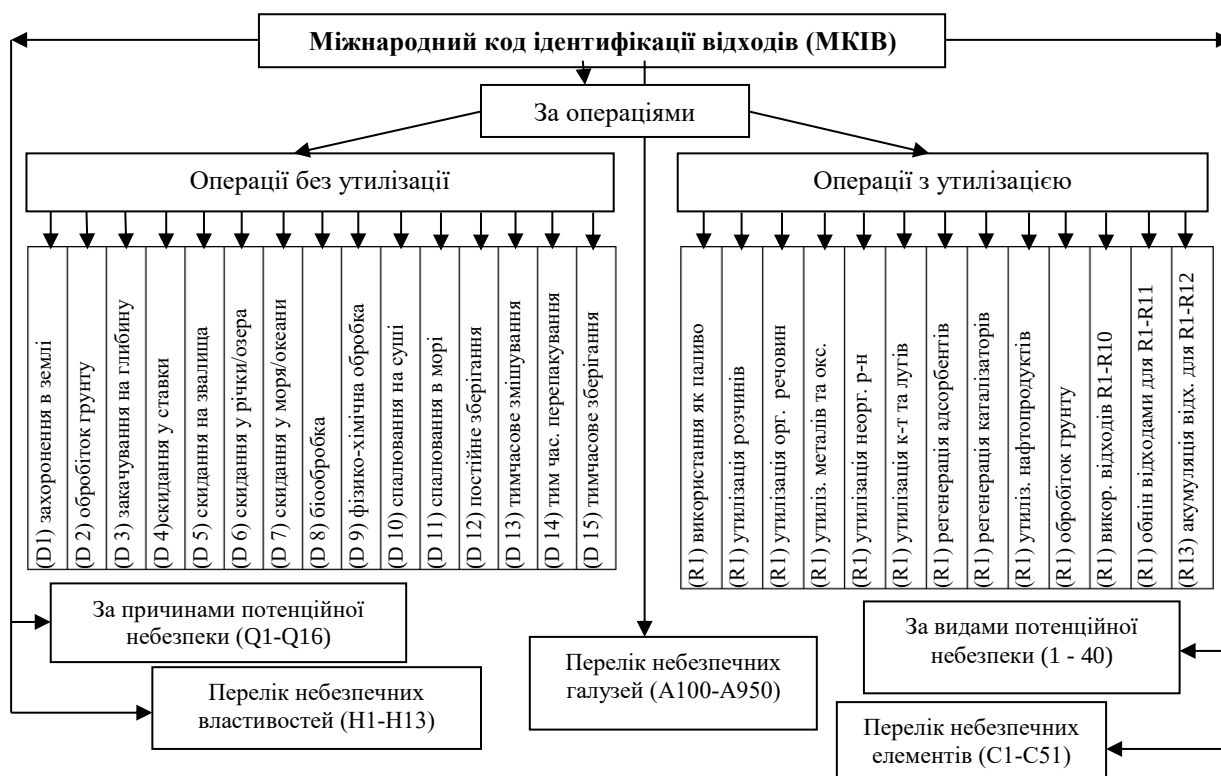


Рис. 1.1 – Міжнародний код ідентифікації відходів за операціями

Для присвоєння українським відходам Міжнародних кодів ідентифікації відходів Мінекоресурсів України видало інструкцію, що включає шість переліків:

1 – Перелік причин утилізації (Q_1 - Q_{16}), наприклад, Q_3 - продукти, у яких закінчився термін придатності;

2 – Операції з видалення і утилізації відходів (ці операції розділені на дві категорії): D_1 - D_{15} – операції, які не приводять до можливої рекуперації, рециркуляції, утилізації, прямого повторного або

альтернативного використання відходів; R1 - R13 – операції, які можуть привести до прямого повторного або альтернативного використання відходів;

3 – Категорії потенційно небезпечних відходів (№1 - 40), наприклад №1 – речовини після анатомічних досліджень, лікарняні і клінічні відходи;

4 – Елементи потенційно небезпечних відходів (C1 - C51), наприклад, C13 – сурма і сполуки сурми, C21 – неорганічні ціаніди;

5 – Перелік небезпечних властивостей (H1 - H13), таких як вибухову, пожежну, токсична та ін., за наявності яких всі операції з такими відходами (перевезення, утилізація і т.д.) вимагають спецконтролю;

6 – Види діяльності, які можуть приводити до утворення потенційно небезпечних відходів (A100 - A950), наприклад, A111 – м'ясопереробна промисловість, A162 – переробка нафти, A651 – виробництво гербіцидів.

В Українському науково-дослідному інституті (НДІ) екологічних проблем (м. Харків) розроблені класифікація і створений на її основі класифікатор промислових відходів.

Промислові відходи пропонується підрозділяти на наступні категорії:

А – залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, які в результаті виконання технологічних процесів або робіт не можуть бути використані за прямим призначенням через зміну фізичного стану, геометричних параметрів або фракційно-дисперсного складу, а також хімічного, або речовинного складу в результаті нецілеспрямованої дії систематичних, або випадкових чинників;

Б – техногенні продукти, отримані при видобутку і збагаченні сировини, а також продукти, що утворюються в результаті фізико-хімічної переробки початкових матеріально-сировинних ресурсів, але які не є метою виробничого процесу;

В – речовини або їх суміші, що є продуктами очищення виробничих об'єктів (технологічного устаткування, транспортних засобів, сховищ, виробничих майданчиків і так далі), а також осади, що утворюються в результаті механічного очищення стічних вод і газів, що відходять;

Г – матеріали, що відпрацьовані у сфері виробничо-технічного споживання і які втратили свої функціональні властивості, що були встановлені нормативними вимогами, зокрема, також за рахунок забруднень;

Д – відпрацьовані вироби, що відносяться до оборотних ресурсів і які не відповідають початковим технічним характеристикам, зокрема, через зміну функціональних властивостей матеріалів, з яких вони виготовлені.

В розвинутих країнах в якості класифікаційної ознаки виступають принципи управління певною групою відходів, а відходи класифікуються таким чином [2]: муніципальні відходи; небезпечні відходи; промислові відходи; медичні відходи; універсальні відходи; відходи будівництва та

зносу; радіоактивні відходи; відходи видобутку корисних копалин; сільськогосподарські відходи.

Управління певною групою відходів здійснюється на основі спеціально розробленої законодавчо-регулятивної бази.

В Україні з 1996 р. введено в дію національний Класифікатор відходів (КВ), який входить до державної системи класифікації та кодування техніко-економічної та соціальної інформації. КВ забезпечує інформаційну підтримку в вирішенні широкого кола задач державного управління відходами та використання ресурсів на базі системи обліку та звітності. Та підтримка гармонізована з міжнародними системами у сфері екології, охорони життя та здоров'я населення, безпеки праці, ресурсозбереження, структурної перебудови економіки, сертифікації продукції (послуг) і систем якості. А саме:

- у напрямку екології, захисту життя та здоров'я населення, безпеки праці і т. ін.; інформація про відходи повинна давати підстави для прогнозування структури та обсягів утворення небезпечних відходів, планування їх видалення з економічної сфери таким чином, щоб це не ставило під загрозу і не піддавало небажаному ризику здоров'я людей, тваринний світ і навколишнє середовище;

- у напрямку ресурсозбереження облік відходів, які можна перетворити на вторинні матеріальні та енергетичні ресурси, спрямований аби забезпечити раціональне споживання первинної сировини за рахунок регенерації, повторного використання та рециркулювання відходів;

- у напрямку структурної перебудови економіки статистична інформація про походження відходів повинна використовуватися для виявлення галузей діяльності та процесів, у яких вони утворюються, структури відходів стосовно стадій життєвого циклу продукції (послуг) та процесів їх утворення; це дасть можливість визначити раціональну структуру видів економічної діяльності в Україні, що забезпечить, з одного боку, найбільш ефективне використання її інтелектуального, промислового, природного потенціалу, а з другого – зменшення кількості утворення відходів за рахунок застосування мало- та безвідходних технологій;

- у напрямку розвитку економіки, її інтеграції в світові економічні процеси КВ повинен використовуватися для атестації виробництв та інших процесів, сертифікації продукції (послуг) і систем якості за вимогами міжнародних та європейських стандартів;

- у напрямку створення системи управління відходами КВ визначає об'єкти управління та основні функції системи управління відходами (класифікація послуг, пов'язаних з відходами, наведена в частині 2 КВ).

Використання КВ забезпечує нормативну базу для проведення порівнювального аналізу структури та обсягу утворення відходів у межах Європейської статистики усіх видів економічної діяльності, у тому числі

Європейської виробничої статистики, статистики агрокомплексу, статистики послуг, а також порівнювального аналізу послуг, пов'язаних з відходами, на міжгалузевому, державному, міждержавному рівнях.

Під час розроблення КВ використано такі принципи:

- класифікація відходів за їх походженням (стосовно видів економічної діяльності з урахуванням їх зв'язків та структури);
- класифікація відходів за фазами процесу, на яких вони утворилися;
- класифікація відходів за елементами фаз процесу, від яких вони утворилися;
- системність побудови на базі логічно повної системи ознак відходів;
- кодування на базі ієрархії системи суттєвих ознак відходів;
- встановлення зв'язків між подібними відходами на різних стадіях життєвого циклу продукції;
- відкритість побудови системи класифікації, що дає можливість введення ознак, важливих для вирішення класу конкретних завдань з екології, економіки, управління вторинними матеріальними ресурсами, атестації виробництв, сертифікації продукції та систем якості;
- гармонізація з міжнародними та європейськими загальними класифікаціями видів економічної діяльності, продукції, послуг та європейським каталогом відходів;
- співставність об'єктів класифікації у КВ з міжнародною класифікацією об'єктів стандартизації;
- забезпечення можливості побудови єдиної схеми класифікації та відповідних класифікаторів відходів для галузей, регіонів, гармонізованих з державним;
- співставність класифікації об'єктів у КВ і класифікації об'єктів управління в системах управління якістю та системах управління навколишнім середовищем, наведених в міжнародних стандартах ISO серій 9000 та 14000;
- забезпечення співставності складу об'єктів класифікації у КВ з вимогами міжнародних та державних стандартів щодо якості води, ґрунту та повітря, а також вимогами стандартів щодо безпеки;
- забезпечення зручності користування КВ для фахівців з окремих видів (галузей) економічної діяльності та діяльності щодо поводження з відходами;
- забезпечення можливості застосування для збору інформації про відходи (на мікроекономічному рівні) того організаційного механізму, що існує в системах управління якістю і системах управління навколишнім середовищем;
- узгодженість (відповідність) класифікації відходів чинному законодавству України, міжнародним та міждержавним угодам, підтриманим Україною.

КВ складається з трьох частин: 1) класифікація відходів (частина 1), що утворюються в сировинних, видобувних і оброблювальних галузях економіки (розділ А, від А1 до А30, групи 01-36); 2) класифікація відходів, що утворюються у сфері побутових послуг (розділ Б, від Б1 до Б8, групи 40-90); 3) класифікація послуг, пов'язаних з відходами, (частина 2, розділ В, від В1 до В5, групи 1-5).

Окрім цього, в КВ наведений перелік компонентів, присутність яких перетворює місце складування на небезпечне КВ за стадіями виробництва, представлений на рис. 1.2, 1.3.

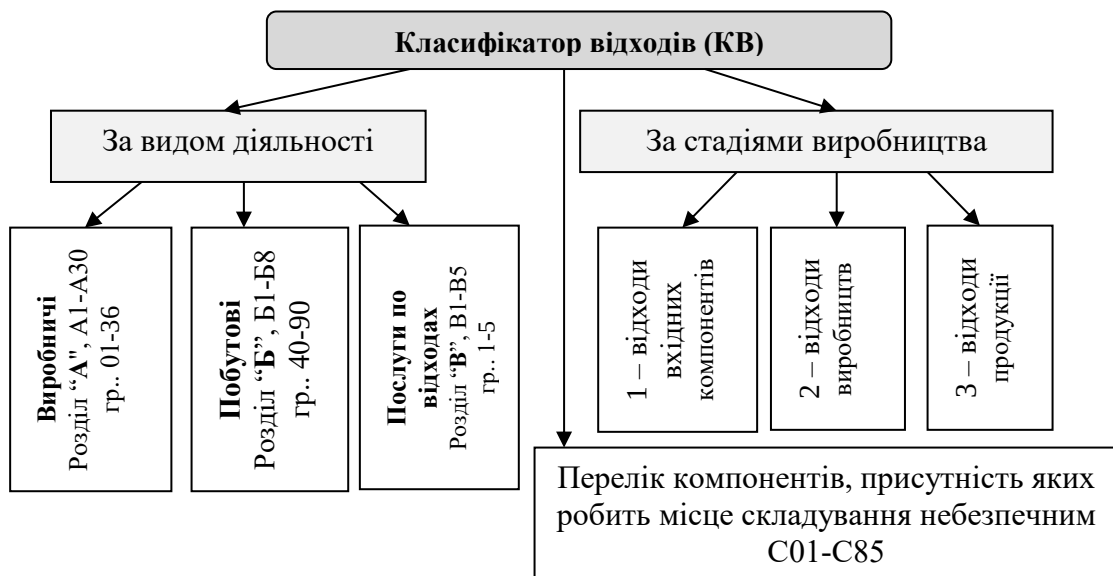


Рис. 1.2 – Структура класифікатора відходів

Код для конкретного виду відходів згідно з українським КВ складається з 10 цифр, але важливо заповнити перші вісім з них [XXXX.X.X.XX].

У КВ вибрані наступні класифікаційні ознаки відходів:

- вид економічної діяльності, під час якої утворилися відходи, – перші чотири цифрові позиції (XXXX), які можна знайти, окрім КВ, в довіднику «КВЕД» Держкомстату;

- фаза процесу, на якій утворилися відходи, – це п'ята цифрова позиція (XXXX.X); вона може бути позначена цифрами 1-2-3;

- складовий елемент процесу, від якого утворилися відходи, – це шоста цифрова позиція (XXXX.X.X), може бути позначена цифрами 1-9; дві останні – сьома і восьма цифрові позиції – це код конкретного відходу, який можна знайти тільки в КВ.

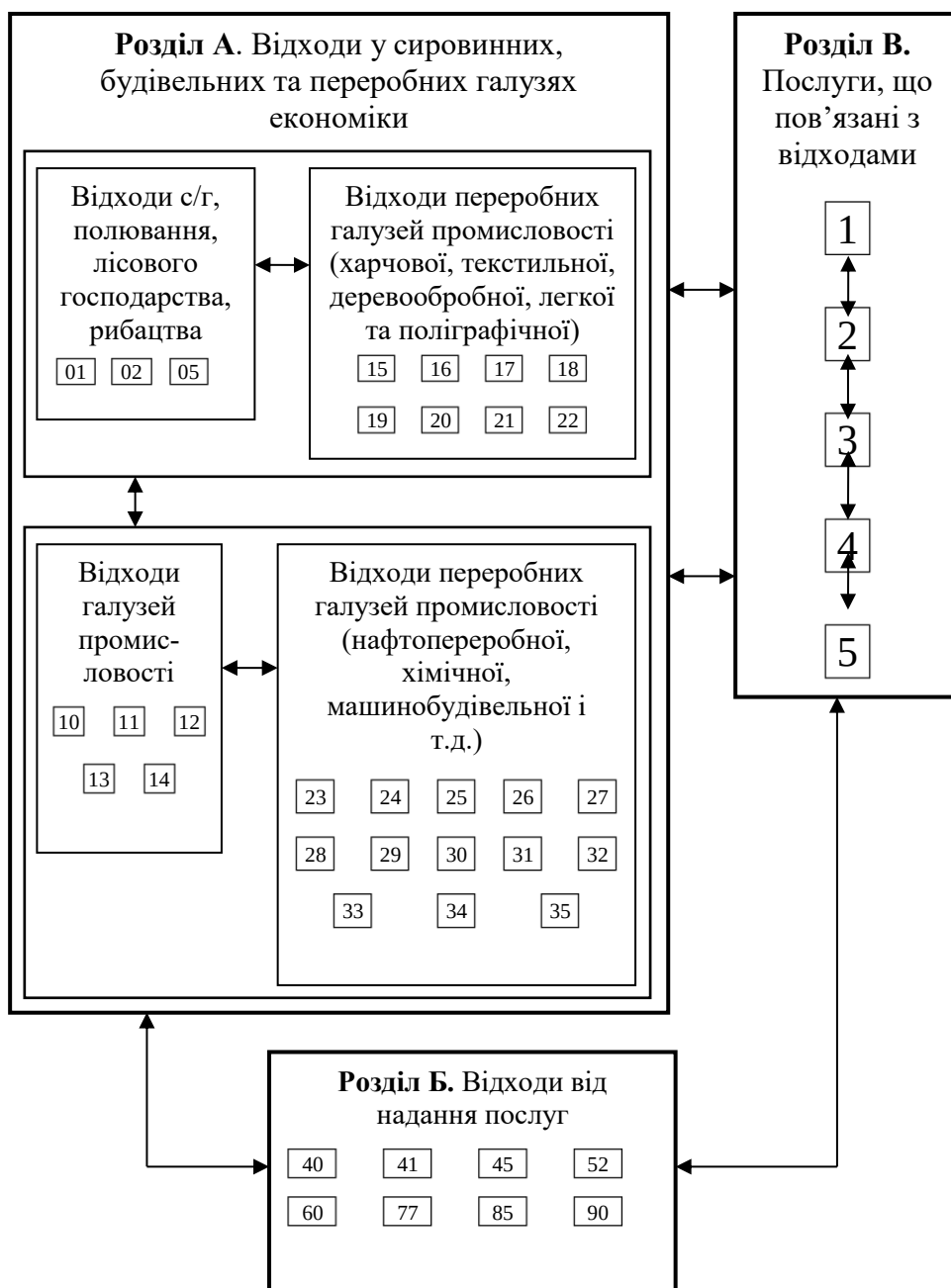


Рис. 1.3 – Структура класифікатора відходів за видом діяльності

XXXX.X.X.XX

Цифровий індекс виду відходу

Цифровий індекс елементу процесу, від якого утворились відходи:

а) для відходів вхідних компонентів:

- 1- відходи основних (сировинних) матеріалів;
- 2- відходи допоміжних матеріалів і речовин;
- 3- відходи напівфабрикатів, комплектуючих виробів;
- 4- відходи енергоносіїв;
- 9 - відходи інших компонентів.

б) Для виробничо-технологічних відходів:

- 1- відходи гідромеханообробітку;
- 2 - відходи термічного та термомеханічного обробітку;
- 3 - відходи фізико-хімічного обробітку;
- 4 - відходи хімічного та фотохімічного обробітку;
- 5 - відходи від процесів збору;
- 6 - відходи від допоміжних процесів, в т.ч. промивки та очищення, складування, пакування, маркування, вантажно-розвантажувальних робіт;
- 7 - відходи біологічного обробітку;
- 8 - відходи виробничо-технологічні та інші, які є важливими для даного групування;
- 9 - відходи виробничо-технологічні та інші, що не позначені іншим способом, або відходи від комбінованих процесів.

в) Для відходів кінцевої продукції (від надання послуг):

- 1 - бракована продукція;
- 2 - продукція, яка забруднена радіонуклідами і (або) шкідливими (небезпечними) речовинами;
- 9 - відходи кінцевої продукції (від надання послуг) та ін.

Цифровий індекс фази процесу, на якій утворились відходи:

- 1 - відходи вхідних компонентів для даного виду діяльності;
- 2 - відходи від процесів виробництва, обробітку, переробки (виробничо-технологічні відходи);
- 3 - відходи кінцевої продукції (від надання послуг).

Цифровий індекс виду економічної діяльності, за якої утворились відходи (гармонізований або пов'язаний з кодами групувань класифікатора видів економічної діяльності – КВЕД)

Рис. 1.4 – Структура коду відходу

Структуру коду послуг, пов'язаних з відходами, надано на рис. 1.5.

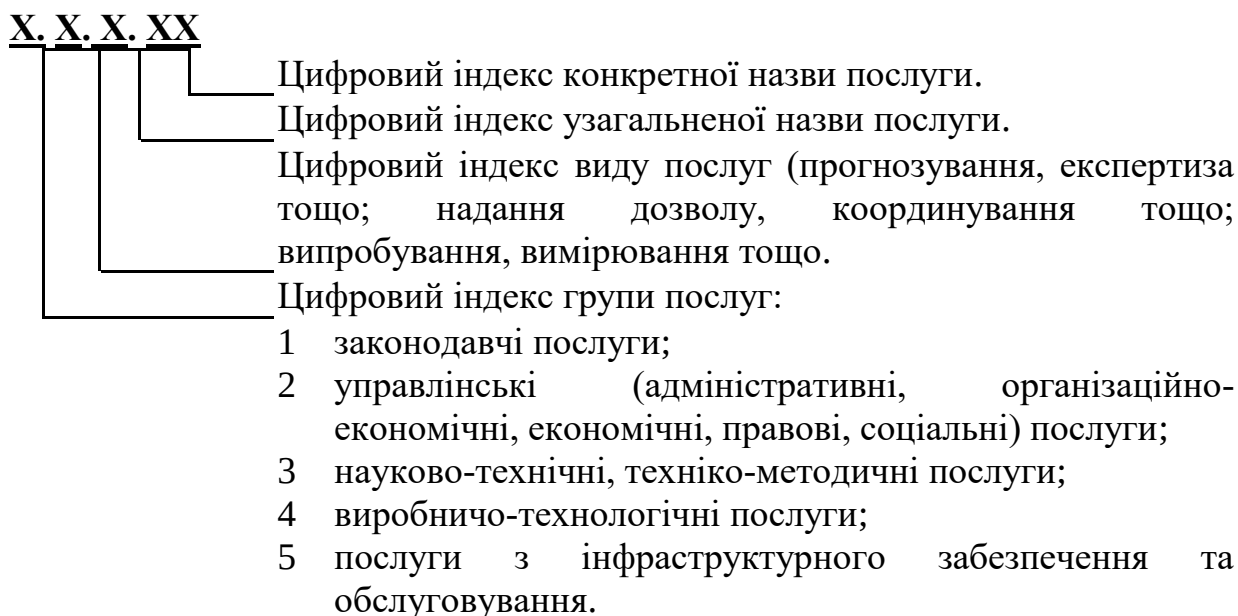


Рис. 1.5 – Структура коду послуг, пов'язаних з відходами

Під час ідентифікації відходів за КВ використовують такі правила:

а) для запобігання повторюванню тотожних або аналогічних відходів вхідних компонентів та виробничо-технологічних відходів у межах класифікаційних угруповань, ідентифіковано тільки специфічні для даного виду економічної діяльності відходи; подібні відходи, що виникають у межах різних видів або суміжних підвидів діяльності, ідентифіковано тільки один раз у тих класифікаційних угрупованнях, де вони вперше названі;

б) в описуванні складу класифікаційних угруповань для кожної групи наводять посилання на коди тих відходів, що не є специфічними для даної групи, але належать до неї;

в) під час формування номенклатури відходів, утворених від певного виду (підвиду) економічної діяльності, виробник відходів користується описуванням складу класифікаційних угруповань даної групи та аналізує номенклатуру відходів в інших групах; назви відходів, взяті з інших груп, записують з цифровим кодом виду економічної діяльності, для якої складають номенклатуру відходів відповідно до структури коду даної групи;

г) якщо код класифікаційного угруповання закінчено на п'ятому розряді, то подальшу деталізацію видів відходів проведено у попередніх групах та (або) її повинен встановити виробник відходів;

д) у разі відсутності деталізації класифікаційного угруповання за

фазами чи елементами процесу, від яких утворилися відходи, у відповідному розряді коду ставиться цифровий індекс 0;

е) деталізацію номенклатури відходів в угрупованнях 014, 112, 173, 283, 2842, 2851, 293, 295, 354, 355 проводять під час експериментального застосування КВ;

ж) деталізацію номенклатури відходів за вхідними компонентами та за кінцевою продукцією, крім ідентифікованих у КВ, проводять за Класифікатором продукції та послуг;

и) кодом вигляду XXXX.X.X.99 ідентифікують «відходи інші».

Доповнення та зміни до номенклатури на рівні класифікаційних угруповань з кодом вигляду XXXX.X.X.XX повинні відбуватися у процесі експериментального застосування КВ з урахуванням нових законодавчих та нормативних актів України, міжнародних конвенцій та угод, директив Європейської співдружності, міждержавних угод, міжнародних та європейських стандартів у галузі екології, безпеки, ресурсозбереження тощо.

В Україні також користуються Європейським статистичним класифікатором відходів (*EWS-Stat*), який адаптований під національний класифікатор відходів. Він використовується для проведення державного статистичного спостереження за утворенням та поводженням з відходами [4].

Рішенням Комісії 2000/532/ЄС введений Перелік відходів (*List of waste*), де, зокрема, визначено, які відходи є небезпечними. Перелік покликаний забезпечити узгодження класифікації відходів в рамках ЄС. Критерієм віднесення до небезпечних виступає при цьому наявність однієї чи декількох властивостей, наведених у Додатку III Директиви про відходи. Визначення небезпечності загалом базується на законодавстві Співтовариства про хімічні речовини, включаючи граничні значення концентрацій небезпечних компонентів. Імплементация зазначеного положення має стати однією із найбільш значних змін у нормативно-правовому полі України щодо відходів.

Існує окремий вид відходів, які утворюються в процесі життєдіяльності людини. Такі відходи називаються твердими муніципальними відходами (*Municipal Solid Waste*) або відходами міських систем. Цей термін широко використовується в західних країнах і США, очевидно, через те, що поводження з ними було обов'язком місцевих органів влади – муніципалітетів. За класифікацією Дж. Пічтела [2], тверді муніципальні відходи (ТМВ) складають:

- тверді побутові відходи або відходи житлового фонду (*residential*);
- відходи комерційних організацій (*commercial*);
- відходи громадських установ і організацій (*institutional*);
- відходи промислових підприємств (*industrial*);
- відходи містообслуговування та благоустрою (*municipal*).

Загальною ознакою для усіх цих видів відходів, окрім розміщення джерел утворення, є те, що організація, управління і відповідальність за утилізацію належить міській владі [5]. Таким чином, поняття «тверді муніципальні відходи» ширше, аніж «тверді побутові відходи», хоча часто ці терміни використовуються як синоніми. Наприклад, Закон України «Про відходи» дає наступне визначення ТПВ – це відходи, які утворюються в процесі життя і діяльності людини в житлових і нежитлових будинках і не використовуються в місцях їх накопичення.

«Правила надання послуг зі збирання та вивезення твердих і рідких побутових відходів» доповнюють визначення ТПВ – це відходи, які утворюються в процесі життя і діяльності людини і накопичуються у житлових будинках, місцях соціально-культурного побуту, громадських, навчальних, лікувальних, торговельних та інших закладах (це харчові відходи, предмети домашнього вжитку, сміття, опале листя, відходи від прибирання і поточного ремонту квартир, макулатура, скло, метал, пластмаси, полімерні матеріали тощо) і не мають подальшого використання за місцем їх утворення.

Отже, відходи промислових підприємств до ТПВ не відносяться, а саме визначення ТПВ тотожно поняттю комунально-побутових відходів, яке використовується в країнах ЄС. Більше того, іноді під ТПВ розуміють тільки ті відходи, які продукуються населенням, тобто тільки відходи житлового фонду [5]. В цьому випадку поняття ТПВ тотожно відходам споживання або відходам домогосподарств – термін, що широко використовується у європейському законодавстві.

Міжнародними організаціями, зокрема, Програма ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) та організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), наводиться таке визначення муніципальних відходів: відходи, що збираються муніципалітетами або за їх дорученням із залученням приватних, або державних служб, включаючи відходи, генеровані домашніми господарствами, комерційними і торговими підприємствами, малим бізнесом, конторськими і іншими установами (школами, лікарнями, державними установами). До них також відносяться великогабаритні відходи (наприклад, предмети домашнього ужитку, старі меблі, матраци) і відходи окремих муніципальних служб, зокрема сміття, що збирається в садово-паркових зонах і на вулицях (вуличне сміття, вміст сміттєвих урн, сміття в місцях ринкової торгівлі), якщо воно класифікується як відходи. Це визначення не поширюється на відходи муніципальної каналізаційної мережі та її очисних споруд, муніципального будівництва і зносу будівель [4].

Як бачимо, існують різні визначення ТМВ залежно від національної практики поводження з ними. Тобто критерієм віднесення відходу до ТМВ є не лише джерело утворення, а й особливості управління і поводження з ним.

При існуючій системі поводження з ТМВ в Україні, за винятком, можливо, великих міст, поняття ТМВ і ТПВ практично тотожні. У разі наявності ефективної системи поводження з ТМВ, ТПВ виступають як частина загального їх потоку, що доповнюється і іншими видами відходів (рис. 1.6).

ТМВ				?	?
ТПВ			?		
відходи житлового фонду (домогосподарств)	садово-паркові відходи	відходи установ та організацій	відходи будівництва та зносу	промислові відходи, близькі до побутових	відходи очисних споруд

Рис. 1.6 – Відходи у складі твердих муніципальних (Україна)

Критерієм переходу промислового відходу до ТМВ є поєднання їх з ТПВ або іншим потоком у складі ТМВ для подальшого поводження з ними, зокрема, розміщення на звалищах і полігонах, спалювання тощо.

За даними Департаменту екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації (2018 р.) на території області розташовано 614 сміттєзвалищ, які займають близько 1300 га земель. Більшість з них знаходяться у незадовільному стані та експлуатуються з порушенням природоохоронного законодавства та вимог санітарно-епідеміологічних безпеки.

З метою удосконалення системи поводження з ТПВ пропонується ліквідувати численні сміттєзвалища і побудувати 4 сучасних міжрайонних полігони ТПВ.

Планується створення обласного комунального підприємства ТПВ та організація 4-х міжрайонних філій цього підприємства. Крім того, планується будівництво 4-х регіональних комплексів по переробці і утилізації ТПВ, а також 4 біогазових заводів.

На території Одеської області накопичена значна кількість небезпечних відходів, значна частина яких входить у потік ТПВ. Наприклад, накопичено 101460,578 тонн медичних відходів (МВ), які піддаються термічному знешкодженню лише на 6-ти інсинераторах.

На території області накопичено 103,2566 тонн відпрацьованих акумуляторів та батарейок, а також 96,6682 тонн відходів електричного та електронного обладнання (ВЕЕО), але інфраструктура для їх перероблення відсутня.

В останні роки рішення проблеми управління та поводження з ТПВ стають дедалі складнішими. Причинами цього є збільшення обсягів їх утворення ТПВ, структурні зміни у їх складі ТПВ, зміни в системі регіонального й місцевого управління, а також законодавчої сфери поводження з відходами в Україні. У зв'язку з цим виникає потреба класифікації ТПВ та їх складових, що є першим кроком до створення ефективної системи управління та поводження з ними в регіонах України.

2 ПРИНЦИПИ КЛАСИФІКАЦІЙ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ТА ЇХ НЕБЕЗПЕЧНОЇ СКЛАДОВОЇ

2.1 Класифікація твердих побутових відходів як підґрунтя для поводження з ними

В Україні послуговуються «Класифікатором відходів ДК 005-96» (КВ) [2], який забезпечує інформаційну підтримку у вирішенні широкого кола питань державного управління відходами. У КВ закодovanі види відходів за галузевою ознакою, а також види послуг, пов'язаних з ними. Всі вони описані в КВ, мають специфічні 8-значні цифрові індекси, кожен знак якого означає певну класифікаційну ознаку. Побутові відходи в КВ віднесені до розділу «Відходи від надання послуг» та класифіковані за номером 7720.3.1.01 «Відходи комунальні (міські) змішані, в т. ч. сміття з урн» [3, 6]. Слід зазначити, що положення КВ мають суттєві недоліки, а саме: 1) відходи не поділяються на промислові та побутові, включаючи останні як окремі елементи перших; 2) відходи не розподілено за рівнем шкідливості (небезпеки) [7].

Як зазначалося раніше, однією з класифікаційних ознак, за якою зазвичай розділяють відходи у розвинених країнах, є спільність підходів щодо управління та поводження з ними. Наприклад, там загальний потік ТМВ поділений на такі групи:

- органічні, що підходять для компостування;
- вторинна сировина (розподілена на види);
- інші відходи, що потенційно можуть бути виділені із загального потоку (та розподілені на види);
- інші види матеріалів (NYC 2013).

Для закордонних класифікацій ТМВ характерне і особливе важливе виділення потоку небезпечних та електронних відходів, а також їх подальша класифікація з метою виокремлення даного потоку та, за необхідності, окреме збирання певних видів небезпечних відходів.

Відомо, що якість ресурсоцінних фракцій муніципальних відходів істотно погіршується під дією ряду чинників, наприклад, у результаті змішування їх з органічними відходами, що легко розкладаються. Отже, для запобігання зниженню якості складових муніципальних відходів відділення органічної компоненти повинно відбуватися в мінімально короткі терміни після її утворення [8, 9].

Головною передумовою формування ефективної системи поводження з потоками ТПВ є їх класифікація. До ТПВ відносяться відходи житлового сектора, відходи муніципальної інфраструктури та муніципальних установ. До їх складу також входять: органічні відходи, що легко розкладаються; потенційні вторинні ресурси (великогабаритні відходи та відходи контейнерного збору); небезпечні відходи [10, 11, 12].

Загальний потік твердих побутових відходів складається з:

- А) органічних відходів, що легко розкладаються;
- Б) великогабаритних відходів;
- В) потенційних вторинних ресурсів (відходів контейнерного збору);
- Г) небезпечних відходів (рис. 2.1).

За властивостями небезпечні відходи поділяються:

- 1 – за хімічними властивостями;
- 2 – за механічними властивостями;
- 3 – за епідеміологічними властивостями.

За морфологічним складом небезпечні відходи поділяються на:

Г – харчові відходи, опале листя, відходи від остригання зелених огорож, газонів та обрізання дерев, а також надлишковий активний мул;

Д – відпрацьовані засоби пересування, зв'язку, холодильного і пічного обладнання, великогабаритні запчастини, меблі та будівельні відходи;

Е – відпрацьоване електричне та електронне обладнання, упаковка, зношені спецодяг, одяг та взуття, картон та макулатура, скло, фаянс, кераміка тощо;

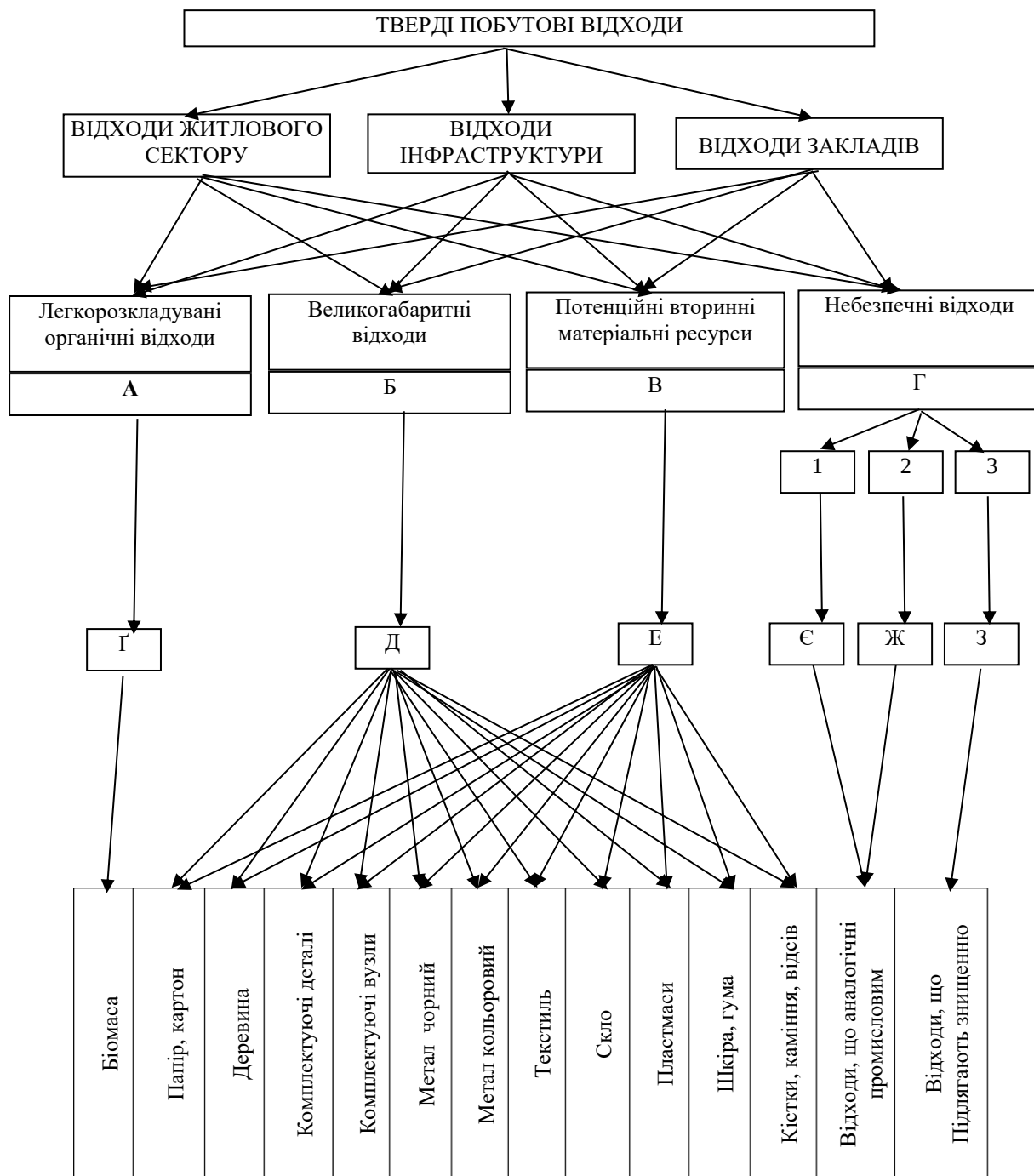
Є – Нд-місткі прилади, акумулятори, джерела електроживлення, люмінесцентні лампи, економ-лампи, непридатні медикаменти;

Ж – балони, аерозольні упаковки;

З – предмети та матеріали, які контактували з біологічними рідинами, анатомічні відходи тощо.

До *органічних відходів*, що легко розкладаються (А), відносяться відходи ринків, міських зелених господарств, муніципальної мережі харчування, каналізаційної системи, відходи домогосподарств. Наприклад: харчові відходи, опале листя, відходи від остригання зелених огорож, газонів та дерев, надлишковий активний мул (з обов'язковим контролем в ньому іонів важких металів).

До *великогабаритних відходів* (Б) відносяться ті, габарити яких перевищують 35 см за будь-яким з показників розміру і не підлягають контейнерному збору. Утворюються такі відходи в мережі харчування, при проведенні будівельно-ремонтних робіт, у муніципальних системах транспорту, зв'язку, водоканалу. Приклади відходів – відпрацьовані засоби пересування та їх складові (велосипеди, мотоцикли, автомашини, тролейбуси, трамваї, шини тощо), відпрацьоване обладнання системи харчування (холодильне і пічне), великогабаритні відпрацьовані запчастини, меблі, будівельні відходи тощо.



Пояснення до рисунку:

За місцем утворення: А - відходи ринків, зеленгоспів, мережі харчування, каналізації та домогосподарств; Б - відходи системи зв'язку, мережі харчування, водоканалу, транспортної системи та будівництва; В - відходи банків, медичних закладів, обладнання системи зв'язку, торговельної мережі, домогосподарств та учбових закладів; Г – складові відходів домогосподарств, медичних закладів, транспорту та житлово-комунальних контор.

Рис. 2.1 - Класифікація твердих побутових відходів

До *потенційних вторинних ресурсів* (відходів контейнерного збору) відносяться відходи домоволодінь, торговельної мережі, медичних установ, банків, навчальних закладів, відпрацьоване обладнання системи зв'язку. Наприклад: упаковка, зношені спецодяг, одяг та взуття, картон і макулатура, склобій, фаянс і кераміка, кістки, гума, відпрацьоване електричне та електронне обладнання, як індивідуального, так і муніципального користування.

Небезпечні відходи (Г) поділяють за властивостями на 3 види:

- 1) хімічні (Hg-місткі прилади, акумулятори, джерела електроживлення, люмінесцентні лампи, економ-лампи, непридатні медикаменти тощо);
- 2) фізичні (балони, аерозольні упаковки тощо);
- 3) епідеміологічні (предмети та матеріали, що контактували з біологічними рідинами, анатомічні відходи тощо).

2.2 Класифікація небезпечної складової твердих побутових відходів як підґрунтя для поводження з ними

Забезпечення санітарно-біологічного благополуччя країни є одним із найважливіших аспектів національної безпеки в частині охорони здоров'я населення. Гігієнічні проблеми, зумовлені забрудненням території населених пунктів відходами виробництва та споживання, залишаються у числі пріоритетних. Як зазначено вище, до складу ТПВ входять: органічні відходи, що легко розкладаються; великогабаритні відходи; потенційні вторинні ресурси (відходи контейнерного збору); небезпечні відходи.

Небезпечні відходи у складі ТПВ – це відходи, які утворюються в процесі життєдіяльності людини в житлових і нежитлових будинках, мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють (або можуть створити) значну небезпеку для навколишнього природного середовища або здоров'я людини, та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними. До небезпечної складової ТПВ відносяться відпрацьовані джерела струму та світла, акумулятори, упаковка, яка знаходиться під тиском, медичні відходи та ін. За останніми даними їх вміст не перевищує 0,6 % від загального обсягу ТПВ [13].

За вимогами «Правил надання послуг з вивезення побутових відходів» [14] небезпечні відходи повинні збиратися окремо від інших видів побутових відходів, а також повинні відокремлюватися ще на етапі збирання чи сортування і передаватися споживачами та виконавцями послуг з вивезення ТПВ спеціалізованим підприємствам, які одержали ліцензії на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами. Насправді цього не відбувається, в першу чергу, через

відсутність розроблених класифікацій складових небезпечної частки загального потоку ТПВ.

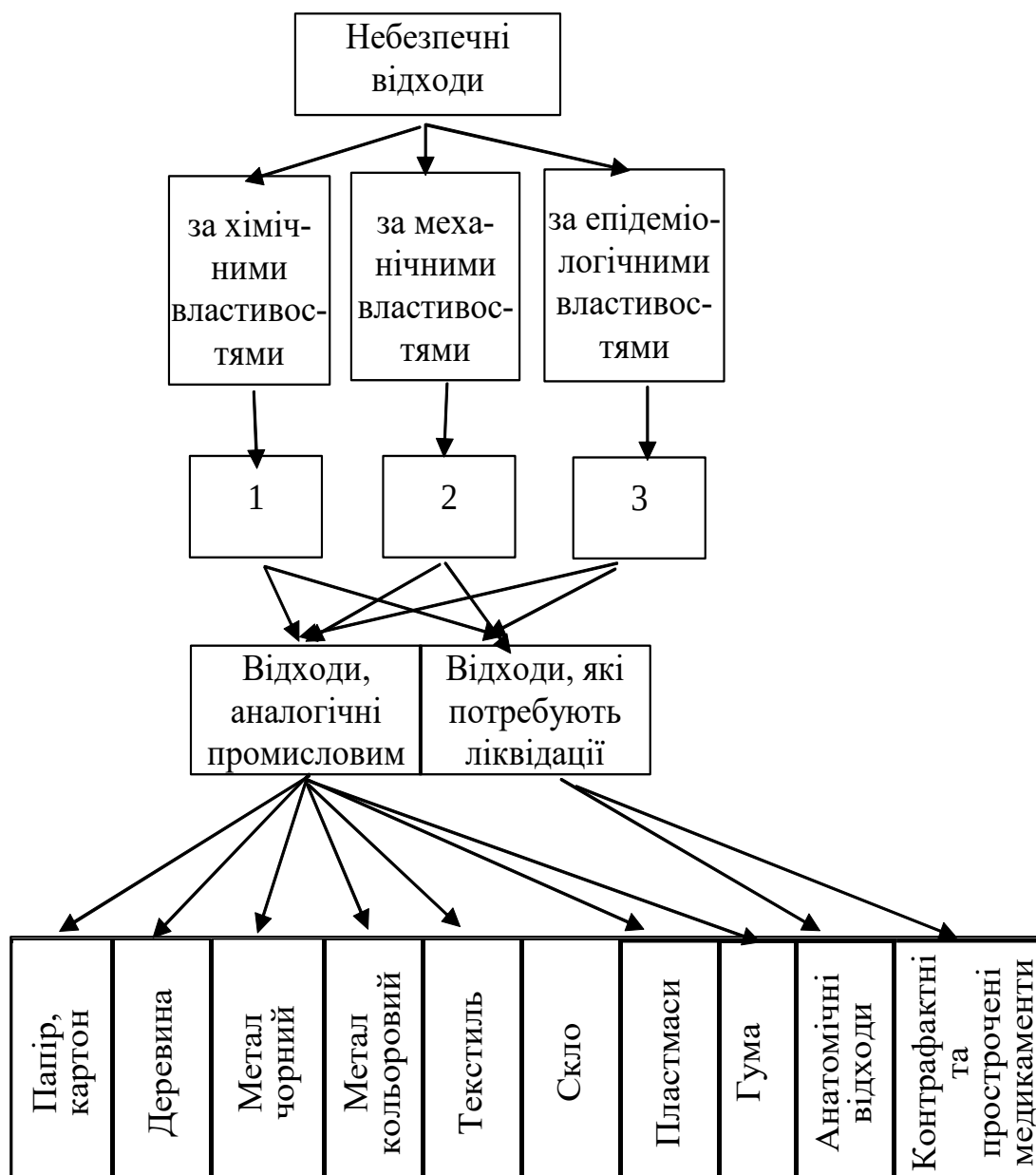
Нами класифікована небезпечна складова ТПВ, яка надає змогу перевести більшу частину таких відходів до стану вторинних матеріальних ресурсів [15, 16, 17, 18]. Розроблена класифікація виокремлює небезпечну складову ТПВ, яка може бути присутня у загальному потоці цих відходів. Наголосимо, що небезпека відходів може бути обумовлена їх хімічними (наприклад, непридатні для подальшого використання ртутьмісткі прилади, акумулятори, джерела живлення, люмінесцентні лампи, економ-лампи), фізичними (наприклад, балони, аерозольні упаковки, кінескопи) та епідеміологічними (наприклад, медичні відходи, непридатні медикаменти, предмети та матеріали, які контактували з біологічними рідинами, анатомічні відходи) властивостями.

Для кожного виду небезпеки пропонуються відомі способи її зменшення і аж до повного її знешкодження. За умов оптимального підбору відповідних способів знешкодження/зnezараження більшу частину небезпечних відходів можна привести до стану, аналогічному промисловим відходам. Існує ймовірність, що деяку частину небезпечних відходів не вдасться знешкодити, тому запропонована класифікація передбачає також можливість ліквідації решти небезпечних відходів.

Диференціація небезпечної складової ТПВ, що базується на представленій класифікації, дозволить підібрати для кожного потоку найбільш ефективні в екологічному і соціально-економічному аспектах методи переробки, утилізації або видалення.

Розроблена класифікація небезпечної складової твердих муніципальних відходів (рис. 2.2) дає змогу використовувати більшу частину таких відходів в якості вторинних матеріальних ресурсів.

Згідно [1] *небезпечними відходами* є відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, що створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я людини та потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними. Відмінність ситуації з відходами в Україні порівняно з розвиненими країнами полягає як у більш значних обсягах утворення відходів, так і у відсутності інфраструктури поводження з ними, що є важливою складовою економіки розвинених країн. У зв'язку з підвищенням рівня добробуту населення та переходом промисловості на більш новітні технології з виробництвом високоінноваційної продукції, обсяг небезпечних відходів, що при цьому утворюється і неконтрольовано надходить у навколишнє природне середовище, збільшується. Небезпека зростає іще й через розпорошення таких небезпечних відходів по всій території України. Якщо раніше в сільській місцевості номенклатура небезпечних відходів обмежувалася тільки забороненими і непри-



1 – Hg-місткі прилади, акумулятори, джерела живлення, люмінесцентні лампи, економ-лампи; 2 – балони, аерозольні упаковки, кінескопи; 3 – медичні відходи, непридатні медикаменти, предмети та матеріали, які контактували з біологічними рідинами, анатомічні відходи

Рис. 2.2 – Класифікація небезпечної складової твердих побутових відходів

датними до використання в сільському господарстві хімічними засобами для захисту рослин, то на даний час кількість видів таких засобів та їх об'єми значно збільшились за рахунок відходів електричного та електронного обладнання, батарейок, батарей та акумуляторів, хлормістких полімерів, стероїдних і біологічних хімічних засобів для захисту рослин, стимуляторів росту, консервантів, харчових добавок тощо. Загальний обсяг накопичення небезпечних відходів становить 5 млрд. тонн, а поточні витрати на їх видалення і зберігання – близько 600 млн. гривень.

Особливу групу небезпечних відходів становлять *непридатні та заборонені до використання хімічні засоби захисту рослин*. Їх залишок на початок 2017 року, за офіційними даними, становив близько 8,5 тис. тонн.

Відходи електричного та електронного обладнання є вкрай небезпечними, оскільки містять токсичні метали – свинець, ртуть, кадмій, хром та берилій, а також бромовані антипірени, фторхлоровуглеводні, поліхлоровані біфеніли, полівінілхлорид. Близько 70% небезпечних для навколишнього природного середовища та здоров'я людини речовин, що потрапляють до побутових відходів, міститься у відходах електричного та електронного обладнання.

За обсягами утворення домінують небезпечні відходи, до складу яких входять важкі метали (хром, свинець, нікель, кадмій, ртуть). Переважно це відходи галузей чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості, машинобудування (гальванічні виробництва).

2.3 Класифікація медичних відходів як підґрунтя для поводження з ними

Термін «медичні відходи» (МВ) законодавчо в Україні не закріплений. Але можна навести визначення Міжнародного комітету Червоного Хреста: медичні відходи – це всі відходи, що утворюються у сфері охорони здоров'я та діагностичній діяльності [19].

Щорічно в Україні утворюється майже 400 тис. тонн МВ. Так, кожне лікарняне ліжко генерує, в середньому, 0,8-1,2 кг твердих небезпечних відходів (використані шприци, системи, мішки з-під крові, перев'язувальні матеріали тощо) на добу. Ці відходи, за відсутності системи їх безпечного збирання, зберігання, транспортування й утилізації, є головним джерелом небезпечних інфекцій як на території лікувально-профілактичних установ (ЛПУ), так і за їх межами.

Практика і проведені дослідження показали, що 90% МВ депонуються як звичайні тверді побутові відходи на місцевих смітниках без урахування класу їх небезпеки. А насправді МВ є небезпечним фактором прямого й опосередкованого ризику виникнення інфекційних та

неінфекційних захворювань серед населення внаслідок можливого забруднення середовища як всередині ЛПЗ, так і практично всіх елементів довкілля. Ось чому класифікація МВ та система поводження з ними в усіх регіонах України є найактуальнішою проблемою.

Перш ніж приступати до класифікації медичних відходів та окреслення принципів поводження з ними, слід дати визначення цього поняття.

Деякі автори посилаються на Лондонську інструкцію по відходам 1988 р., відповідно до якої МВ – це будь-які відходи, що цілком або частково складаються з тканин людини або тварин, крові та інших біологічних рідин людини, екскрементів, наркотиків, або інших фармацевтичних продуктів, бинтів чи одягу, або предметів медичного догляду, шприців, голок та інших гострих предметів, які були у контакті з кров'ю або екскрементами і, якщо їх не знешкоджувати, можуть бути небезпечними для будь-якої людини, що контактує з ними. Згідно з цією інструкцією всі відходи розподіляються за їхньою епідеміологічною, токсикологічною і радіологічною небезпекою на п'ять класів (А, Б, В, Г, Д).

Базельська конвенція про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням (1989 р.), до якої Україна приєдналась у 1999 р. [20], визначає МВ таким чином: відходи, що отримані у результаті лікарського догляду за пацієнтами в лікарнях, поліклініках та клініках; відходи виробництва і переробки фармацевтичної продукції; непотрібні фармацевтичні товари, ліки та препарати.

У 1999 р., з метою визначення правил збирання, зберігання, переробки, знешкодження і видалення всіх видів відходів ЛПУ були розроблені і затверджені СанПіН 2.1.7.728-99 «Правила збору, зберігання та видалення відходів лікувально-профілактичних установ» [21, 22], в яких було закріплено поняття відходів ЛПУ. Відповідно до [21, 22], під відходами ЛПУ розуміються всі види відходів, що утворюються в лікарнях, диспансерах, станціях швидкої медичної допомоги, станціях переливання крові, установах тривалого догляду за хворими, науково-дослідних інститутах 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» [23], відмічається: відходи, що 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).

МВ – відходи, що утворюються в ЛПУ та інших закладах охорони здоров'я, що мають право проводити медичні процедури, незалежно від форми власності, в установах і лікувально-профілактичних закладах санаторного типу, аптеках, науково-дослідних інститутах і навчальних медичних закладах.

Зазначається, що від 75-80% (у [19] 90%) відходів, утворених закладами охорони здоров'я, що не мають контакту з біологічними рідинами пацієнтів, інфекційними хворими, наближені за своїм складом до побутових відходів. До них належать: відходи скла (пляшки, флакони, банки тощо), папір, канцелярське приладдя, упаковка, меблі, списаний м'який інвентар (халати, постільна білизна тощо), діагностичне обладнання, що втратило споживчі властивості [1].

До МВ також відносяться прострочені, підроблені й конфісковані ліки, використані одноразові шприци та системи, перев'язувальні матеріали, рукавички, спецодяг медичного персоналу, рентгеновські плівки, заражені відходи блоків харчування, заражена кров, відсічені органи та інші відходи, що збираються в клініках, диспансерах, хоспісах, поліклініках, науково-дослідних інститутах медичного спрямування та медичних навчальних закладах, ветлікарнях, аптеках, оздоровчих і санітарно-профілактичних установах, клінічних лабораторіях, пунктах переливання крові та невідкладної медичної допомоги тощо [24].

Крім того, МВ генеруються не тільки в установах медичної і/або фармацевтичної діяльності, не тільки при виконанні лікувально-діагностичних і оздоровчих процедур в ЛПУ гуманітарного і ветеринарного спрямування, але й в об'єктах комунально-побутового сектору (КПС). Також слід навести класифікацію небезпечних МВ в залежності від пов'язаного з ними ризику. Згідно [19] виділяють п'ять категорій, в які згруповані десять підгруп відходів (табл. 2.1).

Зазначено, що ключовим моментом управління та поводження з МВ є їх чітка класифікація. Сьогодні існує декілька підходів до класифікації МВ. Одна з них розроблена за ступенем небезпечності (токсичності) речовин, що входять до складу МВ та була рекомендована ООН: окислені речовини; отруйні речовини; інфекційні речовини. За [21, 22], відходи ЛПУ поділяються на такі класи: А – безпечні; Б – небезпечні (ризикові); В – надзвичайно небезпечні; Г – відходи, близькі за складом до промислових; Д – радіоактивні відходи.

Згідно до [23], МВ в залежності від ступеня їх епідеміологічної, токсикологічної та радіаційної небезпеки, а також негативного впливу на довкілля, поділяються на п'ять класів небезпеки: А – епідеміологічно безпечні відходи, за складом наближені до ТПВ; Б – епідеміологічно небезпечні відходи; В - надзвичайно епідеміологічно небезпечні відходи; Г – токсикологічно небезпечні відходи 1-4 класів небезпеки; Д – радіоактивні відходи.

Таблиця 2.1 – Категорії медичних відходів

Категорія	Підгрупа	Опис підгрупи	Ризик
1	гострі предмети	відходи, що можуть поранити	травмування інфікування
2	а) відходи з ризиком забруднення	відходи, що містять кров, продукти секреції та виділення, що можуть викликати забруднення	інфікування
	б) анатомічні відходи	частини плоті людини та тканини, що можуть викликати забруднення	
	с) інфекційні відходи	відходи, що складаються із великої кількості матеріалів, речовин або культур, що можуть викликати розповсюдження інфекційних агентів	
3	а) фармацевтичні відходи	проліті/невикористані ліки, прострочені лікарські препарати, використані ємності від ліків	хімічний вплив, займання та вибух
	б) цитотоксичні відходи	прострочені або залишкові цитотоксичні лікарські препарати, обладнання, забруднене цитотоксичними речовинами	
	с) відходи, що містять важкі метали	батареї, ртутьмісткі відходи	
	д) хімічні відходи	відходи, що містять хімічні речовини: залишки лабораторних розчинів, дезінфікуючих засобів, фотопроявників та фіксаторів	
4	контейнери під тиском	газові та аерозольні балони	хімічний вплив, займання та вибух
5	радіоактивні відходи	відходи радіоактивних речовин: радіонукліди, що використані в лабораторіях або в радіології, виділення пацієнтів	радіаційний вплив

М.Г. Проданчук та ін. [25] визначають МВ як відходи, що утворюються в ЛПЗ будь-якої форми власності при наданні допомоги в закладах і організаціях міністерств та відомств (санаторії, профілакторії, школи та ін.), в аптеках, в науково-дослідних інститутах та учбових закладах медичного профілю. Автори цієї роботи також поділяють МВ на п'ять класів, але за морфологічним складом вони дещо відрізняється від їх у [23].

Клас А – епідеміологічно безпечні відходи, що наближені за складом до ТПВ (відходи, що не контактували з біологічними рідинами пацієнтів, інфекційними та шкірно-венерологічними хворими; харчові відходи всіх ЛПЗ, крім інфекційних, в т. ч. венерологічних та фтизіатричних; меблі, інвентар, несправне або застаріле медичне та лабораторне обладнання, що не містить токсичних елементів, неінфікований папір та упаковка, будівельне сміття та сміття з територій ЛПЗ).

Клас Б – епідеміологічно небезпечні відходи, що інфіковані та потенційно інфіковані, а також використаний медичний інструмент (голки, шприци, скальпелі та їх леза, предметні скельця, ампули, пусті пробірки, битий скляний посуд, вазофікси, пір'я, піпетки, ланцети та ін.); предмети, забруднені кров'ю та іншими біологічними речовинами; органічні відходи (тканини, органи, частини тіла, плацента, ембріони та ін.) хворих; харчові відходи із інфекційних відділень; лабораторні відходи (мікробіологічні культури і штами, живі вакцини, інфіковані чашки тощо);

Клас В – надзвичайно епідеміологічно небезпечні відходи (матеріали, що контактували з хворими на інфекційні хвороби; відходи лабораторій, фармацевтичних кабінетів; живі вакцини, що непридатні для використання; інфіковані відходи лікувально-профілактичних підрозділів ЛПЗ та диспансерів).

Клас Г – токсикологічно небезпечні відходи (лікарські та фармацевтичні відходи та відходи фармацевтичних препаратів; елементи живлення, предмети, що містять ртуть, прилади і обладнання, що містять важкі метали; відходи від експлуатації обладнання, транспорту, систем освітлення та ін.).

Клас Д – радіоактивні відходи (всі матеріали, що утворюються в результаті використання радіонуклідів у медичних та/або наукових цілях).

Аналізуючи сучасні підходи до класифікації МВ в Україні І.В. Гуріна [24] виділяє саме ці класи небезпеки МВ з [25], зважаючи на їх морфологічний склад:

1 клас – епідеміологічно безпечні відходи, що за складом наближені до ТПВ (малогабаритні – скло, папер, списаний м'який інвентар, спецодяг, які не контактували з біологічними рідинами пацієнтів, інфекційними хворими; великогабаритні – меблі, інвентар, діагностичне обладнання);

2 клас – небезпечні відходи (біологічні – біологічні операційні відходи інфекційних хворих, відходи лабораторій, що працюють з мікроорганізмами 3-4 груп патогенності; інфіковані – забруднений перев'язувальний матеріал, що контактував з інфекційними хворими, відходи лабораторій, що працювали з мікроорганізмами 3-4 груп патогенності, побутові відходи, забруднені виділеннями, в тому числі кров'ю; харчові – відходи їдалень з інфекційних відділень; вакцини живі – відходи використаних вакцин живих, бракованих вакцин і вакцин, термін придатності яких закінчився; колючі/ріжучі предмети – прострочені та

відпрацьовані шприци і одноразовий колючий/ріжучий інструментарій, тобто системи, скарифікатори, скальпелі, голки-метелики і т. п.);

3 клас – надзвичайно небезпечні відходи (біологічні – відходи, що утворилися в процесі оперування хворих з інфекційними захворюваннями; відходи лабораторій, що працюють з мікроорганізмами 1-2 груп патогенності; відходи від хворих з анаеробною інфекцією; інфіковані – забруднений перев'язувальний матеріал, що контактував з хворими, особливо на інфекційні захворювання; відходи лабораторій, що працюють з мікроорганізмами 1–2 груп патогенності, побутові відходи; відходи від хворих з анаеробною інфекцією);

4 клас – лікарські засоби (лікарські препарати – прострочені лікарські препарати і хімічні реактиви, відходи лікарських препаратів та дезінфекційних засобів; пакування з-під лікарських засобів – пакування лікарських препаратів, дезінфекційних засобів та ін.; промислові відходи - 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).

І.В. Гуріної [24] крім диференціації МВ за морфологічним складом, запропоновані також по збиранню і сортуванню 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 герметизуються, до них прикріплюється ярлик, який містить інформацію щодо властивості відходів, а також плановий пункт їх призначення [24].

Слід зазначити, що мережа лікарень в Україні щороку зменшується, але, в той же час, зростає кількість амбулаторій і поліклінік. Кількість відходів, які утворюються в лікарнях, складає приблизно 2 кг з одного лікарняного ліжка за добу і приблизно 0,2 кг відходів припадає на кожного пацієнта амбулаторій і поліклінік. Загальна кількість МВ (у т.ч. інфікованих) зменшується кожний рік, що зумовлено аж ніяк не їх мінімізацією у джерелах утворення, а зменшенням кількості населення країни, зменшенням кількості лікарень за рахунок зростання мережі амбулаторно-профілактичних закладів. Отже, реальний об'єм МВ насправді не зменшується, – зростає їх частка у складі ТПВ [26].

В ЛПУ утворюється приблизно 1% від всіх ТПВ, але значна частина МВ припадає на чисельні об'єкти комунально-побутового сектору (КПС). Медичні відходи КПС містять всі класи МВ (окрім класу Д) [25], але з деякими відмінностями:

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

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;

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

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

Решта медичних відходів (а це 10-25%) належать до категорії небезпечних і можуть бути факторами ризику для навколишнього природного середовища і здоров'я людини.

Небезпечними медичними відходами вважаються:

- гострі відходи – використані або невикористані гострі предмети (голки, шприци, скальпелі, піпетки, ножі);

- інфекційні відходи – відходи, що ймовірно містять хвороботворні мікроби і несуть ризик передачі захворювання (тканини, забруднені кров'ю, лабораторні культури і мікробіологічні запаси);

- патологічні відходи – тканини, органи або рідини організму людини, частини тіла, ембріони, невикористані продукти крові;

- фармацевтичні відходи – лікарські препарати із закінченим строком дії, частково використані флакони;

- цитотоксичні відходи – відходи, що містять речовини з генотоксичними властивостями (відходи, що містять цитостатичні препарати, генотоксичні хімікати);

- хімічні відходи – відходи, що містять хімічні речовини (наприклад, лабораторні реагенти; плівки, дезінфікуючі засоби, такі відходи з високим вмістом важких металів, як акумулятори, розбиті ртутні термометри і прилади для вимірювання кров'яного тиску) [1].

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 [27].

Забезпечення екологічного благополуччя в регіонах України багато в чому залежить від ефективності функціонування системи поводження з небезпечними складовими ТПВ в цілому і з МВ зокрема. Першим кроком створення системи поводження з МВ є їх класифікація. Нами розроблено класифікацію МВ, в якій всі вони поділені на три основні категорії: відходи ветеринарних клінік (поліклінік); відходи гуманітарних лікувально-профілактичних установ; відходи комунально-побутового сектора [16, 17, 28, 29] – рис. 2.3.

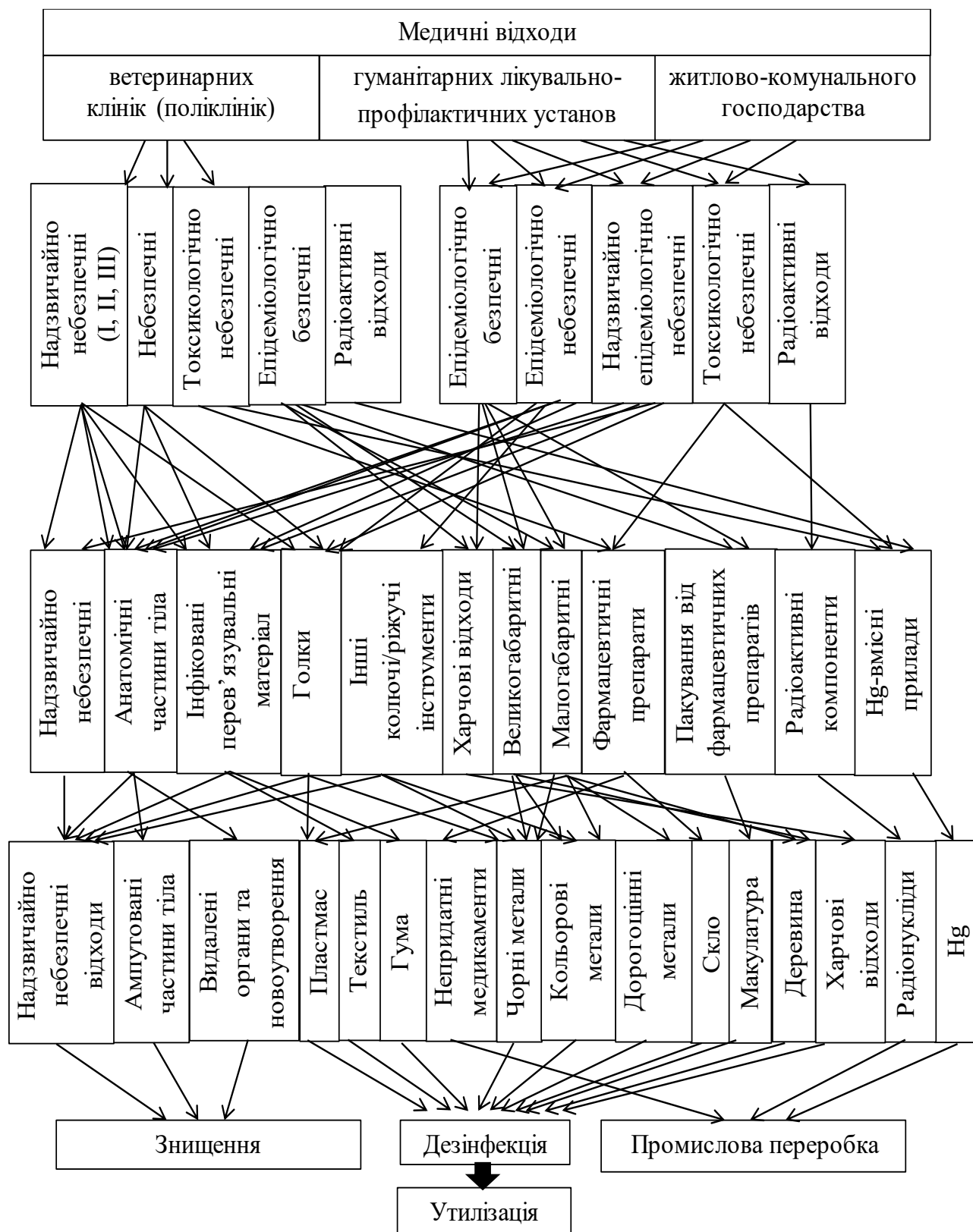


Рис. 2.3 – Схема класифікації медичних відходів та поводження з ними

Відходи ветеринарних клінік (поліклінік) виділені в окрему категорію, оскільки вони можуть бути інфіковані штамми мікроорганізмів, містити токсини та отрути тваринного і рослинного походження, що поділяються за патогенною активністю. Крім того, до них відносяться токсикологічно і епідеміологічно безпечні, епідеміологічно небезпечні та радіоактивні відходи.

Відходи гуманітарних ЛПУ виокремлені в класифікацію М.Г. Проданчука та ін. [25], за ступенем їх епідеміологічної небезпеки поділені згідно класифікації але назву класу А з неї ми обмежили лише словосполученням «епідеміологічно безпечні відходи». Слід зауважити, що склад ТПВ не зводиться лише 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». 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).

Відходи ЛПУ формуються, головним чином, за рахунок інфікованої складової токсичних і радіоактивних компонентів, а також анатомічної їх частки. Зазначимо, що єдиного підходу до кількісної оцінки відходів ЛПУ не існує. Аналіз зарубіжних матеріалів показує, що в різних країнах норма накопичення відходів ЛПУ коливається від 1,3 до 20 кг/добу на 1 лікарняне ліжко. Існують орієнтовні нормативи для утворення епідеміологічно небезпечних відходів класу Б та надзвичайно епідеміологічно небезпечних відходів класу В [25].

Орієнтовна норма утворення відходів класу Б для стаціонарних ЛПУ загального профілю становить 57 кг/рік на 1 лікарняне ліжко приблизно складає 0,02 кг/добу за кожний візит в амбулаторно-клінічних ЛПУ; приблизні норми для відходів класу В для стаціонарних протитуберкульозних і мікологічних ЛПУ – 332 кг/рік на 1 лікарняне ліжко та 1,107 кг/добу в розрахунку за візит в амбулаторно-клінічних ЛПУ [30].

Кількість відходів, які утворюються в стаціонарних ЛПУ України, становить приблизно 2 кг/добу із розрахунку 1 лікарняне ліжко і приблизно 0,2 кг/добу за візит в амбулаторно-клінічних ЛПУ; кількість інфікованих відходів коливається 0,3 кг з кожного лікарняного ліжка на добу [24].

2.4 Класифікація відходів електричного та електронного обладнання як підґрунтя для поводження з ними

В Україні, на жаль, не існує чинного законодавства, яке б регламентувало поводження з відходами електричного та електронного обладнання (ВЕЕО) – радіоприймачі, телевізори, комп'ютерне обладнання, кондиціонери, холодильники, пральні машини тощо, що відносяться до твердих побутових відходів, тоді як люмінесцентні ртутні лампи, хімічні джерела струму (кислотні та лужні акумулятори, батарейки, конденсатори тощо) відносяться до «небезпечних компонентів» ТПВ.

Згідно до чинного законодавства України, безліч видів ВЕЕО приписані до основних фондів (вся офісна, промислова, лабораторна техніка). Наприклад, до основних фондів зараховані персональні комп'ютери, оскільки вони підлягають бухгалтерському обліку і на них поширюється законодавство про амортизацію, строк дії якої складають 4-10 років (в залежності від типу комп'ютера). Причому, списувати й утилізувати комп'ютери доводиться тільки після закінчення цього строку, хоча вони морально застарівають за значно коротший термін.

Згідно [1], відходи електричного та електронного обладнання – це прилади, що живляться електроенергією або електромагнітного поля, строк експлуатації яких вже закінчився або власник має намір позбутися їх шляхом утилізації чи видалення. Це визначення можна доповнити тим, що основною причиною переведення обладнання до розряду відходів є та, що стає неможливим його використання за прямим призначенням і вже застаріле слід замінити на більш сучасне. Такі відходи складаються із різноманітних матеріалів і небезпечних компонентів, що містять токсичні речовини та здатні забруднити навколишнє природне середовище і поставити під загрозу здоров'я людей у разі їх неналежної утилізації.

Директивою ЄС [31] про ВЕЕО, такі відходи прийнято класифікувати за категоріями:

- великогабаритні побутові прибори;
- малогабаритні побутові прибори;
- ІТ– та телекомунікаційне обладнання;
- побутова апаратура та фотоелектричні модулі;
- освітлювальне обладнання;
- електричні та електронні інструменти;
- іграшки, спортивний інвентар та обладнання для відпочинку;
- медичне обладнання (за винятком імплантованих та заражених виробів);
- інструменти контролю та спостережень;
- вендінгове обладнання (автомати торговельні та роздаточні).

Частина ВЕЕО відноситься до небезпечних, наприклад:

- джерела безперебійного живлення, батарейки та акумулятори;

- електронно-променеві трубки;
- конденсатори, що містять поліхлоровані біфеніли;
- відходи, що містять ртуть (люмінесцентні лампи, лампи підсвічування, газорозрядні лампи).

Застосування нових технологій, функцій, зміна дизайну призводить до скорочення життєвого циклу продуктів і прискорення виведення із обігу застарілих електричних та електронних приладів і як слідство, різкого зростання кількості їх відходів. Інвестиційна активність в сфері управління відходами ВЕЕО є низькою внаслідок відсутності відповідної законодавчої бази з чітко визначеною сферою відповідальності для всіх учасників ринку.

Так, питання щодо заборони використання певних небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні регулюється постановою КМУ від 10 березня 2017 р. за № 139 «Про затвердження технічного регламенту обмеження використання деяких небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні», яка включає вимоги Директиви 2002/95/ЄС Європейського парламенту та Ради «Про заборону використання деяких небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні». Спеціальним регуляторним документом щодо поводження з ВЕЕО є наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства від 22 січня 2013 р. за № 15 «Про затвердження методичних рекомендацій щодо збирання відходів електричного та електронного обладнання, що є у складі побутових відходів» [1].

Відпрацьовані батарейки, батареї та акумулятори можуть містити такі токсичні важкі метали, як нікель, кадмій або ртуть. Перероблення відпрацьованих батарейок, батарей та акумуляторів є необхідним природоохоронним заходом щодо повернення у обсяг, заощадженню енергії за рахунок зниження потреб у вторинній сировині і запобіганню надходження батарейок на полігони, де після руйнації їх корпусу важкі метали можуть потрапляти в ґрунт, спричиняючи забруднення води і ґрунту [1].

В Україні збирання та переробка відпрацьованих батарейок, батарей та акумуляторів потужністю понад 7 ампер-годин регулюється Законом України «Про хімічні джерела струму» та спільним наказом Міністерства промисловості, Міністерства економіки, Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки за № 223/154/165 від 31 грудня 1996 р. «Про затвердження Положення про порядок збирання та переробки відпрацьованих свинцево-кислотних акумуляторів». Однак зазначені нормативно-правові акти містять застарілі положення, які фактично залишаються нереалізованими і не поширюються на сферу поводження з усіма видами батарейок, батарей та акумуляторів. На даний час хімічні джерела струму виведені із сфери

регулювання Закону України «Про відходи». З огляду на досить високий рівень рентабельності переробки свинцю, багато суб'єктів господарювання мають і зацікавлені в отриманні ліцензій на проведення операцій з небезпечними відходами і здійснення збирання свинцево-кислотних акумуляторів. На даний час в Україні існує кілька нових сучасних потужностей з автоматичною обробкою відпрацьованих акумуляторів, решта установок потребують модернізації та впровадження нових технологій. Питання ж збирання та перероблення відпрацьованих батарейок в нашій країні і досі залишається неврегульованим. Збирають батарейки на добровільних засадах громадські організації, об'єднання громадян, але за відсутності належної інфраструктури з їх перероблення вони зберігаються для подальшої переробки [1].

Технології утилізації ВЕЕО, існуючі на сьогодні в Україні, достатньо прості і дещо навіть примітивні з технічної точки зору. Вони включають такі операції: відділення металевих частин (корпусів, радіаторів, кабелю, обмоток трансформаторів і т. д.) і їх продаж як металобрухту; виплавка дорогоцінних металів з окремих комплектуючих; піроліз або спалювання горючої складової. При цьому значна частина залишку подрібнюється і спрямовується на полігоні твердих побутових відходів для поховання.

До складу електронної техніки входить багато небезпечних хімічних речовин (полівінілхлорид, бромовані антипірени, важкі метали (*Pb, Hg, Cd, Cr, Sb* та їх сполуки, дорогоцінні метали тощо), а також ряд речовин, які можуть бути використані багаторазово. Це вимагає розробки, прийняття та застосування спеціальної правової бази та технічної системи поводження з даним типом відходів.

Оскільки через невдосконалене формулювання законодавства ВЕЕО не виділяються в окрему категорію і, як наслідок, відсутня класифікація за місцем утворення, за наявністю небезпечних/безпечних компонентів, по компонентам вторинних матеріальних ресурсів, а також їх рециклінгом. Тому нами була розроблена і пропонується до впровадження класифікація щодо відходів електричного та електронного обладнання [17, 18, 32, 33] (рис. 2.4).

Нагадаємо, що до ВМР належать також відходи контейнерного збору. Прикладом таких відходів є деталі електронних приладів, друковані плати, контактні дроти, корпуси, розмір яких становить менше за 35 см. До комплектуючих деталей відносяться засоби кріплення (хомути залізні та пластмасові, шпильки, болти, гайки і т. д.), до комплектуючих вузлів – екрани, панелі, мікросхеми, накопичувачі та зчитувачі інформації, а також інші вузли електронної техніки, що не вийшли з ладу і готові до подальшої експлуатації.

Небезпечна частина ВЕЕО поділяється на 2 види: відходи, небезпечні за хімічними властивостями: деталі, що містять *Hg, As, Cr, Cd, Be, Ni, Pb* і відходи, небезпечні за фізичними властивостями (кінескопи).

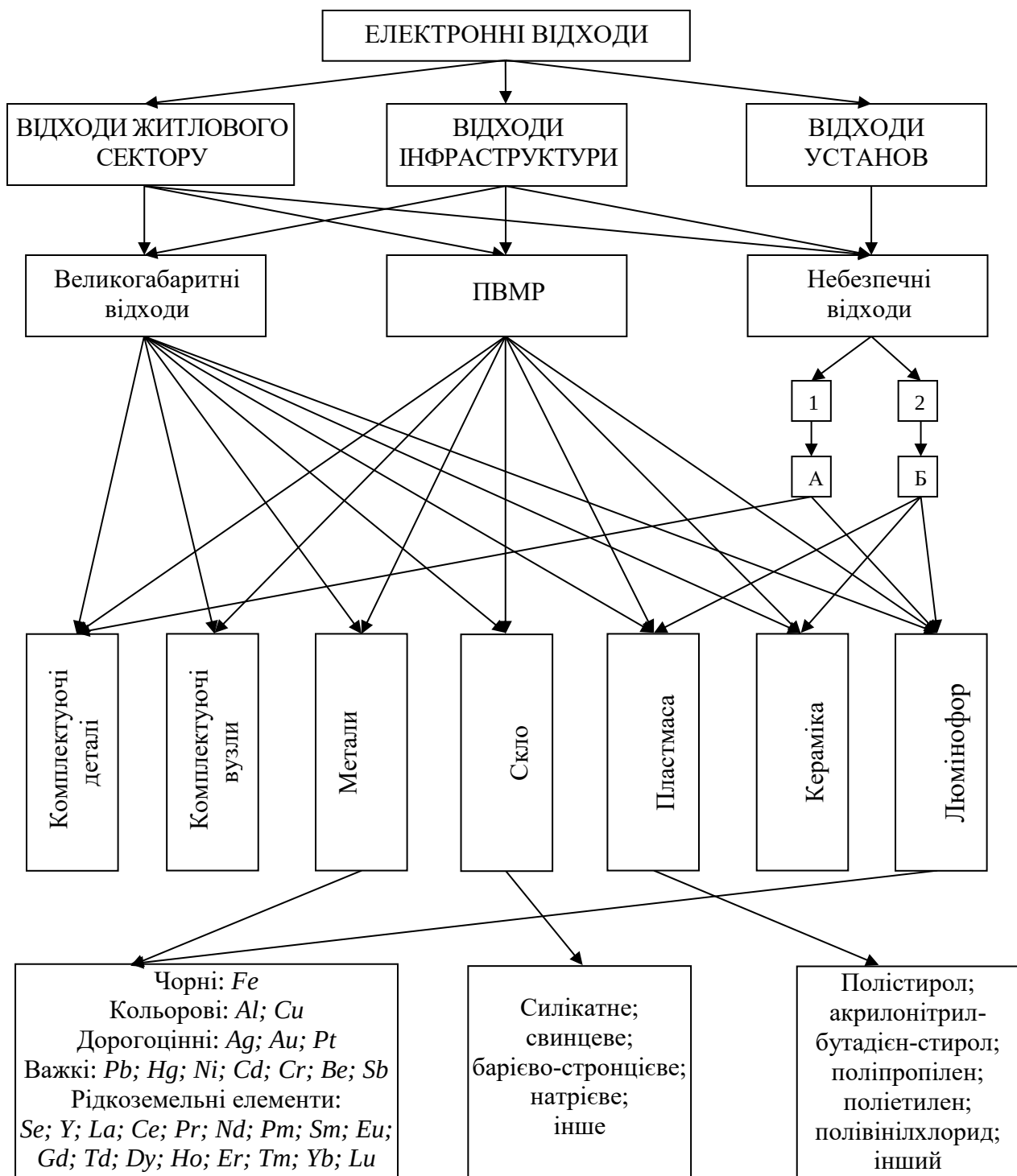


Рис. 2.4 – Схема класифікації відходів електричного і електронного обладнання та поводження з ними

БЕЕО містять такі категорії металу: чорний, кольоровий, дорогоцінний, рідкоземельні елементи, важкі метали. З люмінофору, що входить до складу дисплеїв можна виділити рідкоземельні елементи. Скло можна розділити на силікатне, свинцеве, барієво-стронцієве, натрієве. Пластмаса, що входить до складу обладнання може бути розділена за різновидом на полістирол (PS), що становить 42% від загальної кількості пластику, акрилонітрил-бутадієн-стирол (ABS) – 38%, поліпропілен (PP) – 10%, поліетилен (PE), полівінілхлорид (PVC) та інші.

Запропонована класифікація відходів електричного та електронного обладнання дозволить розробити екологічний життєвий цикл відповідної продукції, який дозволить подовжити строк її експлуатації, припинити неконтрольоване потрапляння компонентів електронних відходів у довкілля та сприятиме переводу маси відходів до стану вторинних матеріальних ресурсів.

3 ПРИНЦИПИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

3.1 Принципи диференціації потоків твердих побутових відходів

Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. N 820) [1] визначає головні напрями державного регулювання у сфері поводження з відходами в найближчі десятиліття, ураховуючи європейські підходи цього питання. Як зазначено в цьому документі, в Україні функціонує 460 міст, близько 500 районів, 885 селищ міського типу і 28388 сіл, органи місцевого самоврядування яких повністю відповідальні за організацію надання послуг з поводження із ТПВ. Обсяги утворення ТПВ в Україні у 2016 році становили 49 млн. м³, або близько 11 млн. т (без урахування тимчасово окупованих територій, Автономної Республіки Крим та м. Севастополя). Незважаючи на те, що протягом останніх 20 років чисельність населення України постійно скорочується, обсяги утворення ТПВ збільшуються. Показник утворення відходів в Україні в середньому становить 250 - 300 кілограмів на рік на людину і має тенденцію до зростання.

Слід зазначити, що державний облік та статистика побутових відходів в Україні мають суттєві недоліки. У статистичній звітності та нормативно-правових актах щодо поводження з побутовими відходами оперують як об'ємними, так і ваговими категоріями. Перерахунок одних одиниць в інші призводить до значних похибок під час проведеної оцінки, прогнозів тощо.

Домінуючим способом поводження з ТПВ залишається їх вивезення та захоронення на полігонах сміттєзвалищах. У 2016 році лише 5,8 % утворених ТПВ перероблено, в тому числі 2,71% (1,3 млн. м³) – утилізовано (спалено), 3,09% (1,53 млн. м³) – спрямовано на інші сміттєпереробні комплекси та близько 0,003% (2000 м³) – компостовано. Решту (близько 94%) розміщено на полігонах та сміттєзвалищах, яких станом на 2016 рік в Україні налічувалося 5470 одиниць, з них 305 (5,6%) перевантажені, а 1646 одиниць (30%) не відповідають нормам екологічної безпеки. За експертними оцінками більше 99% функціонуючих полігонів не відповідають європейським вимогам (Директиві Ради № 1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 р. «Про захоронення відходів»).

Як правило, внаслідок недостатнього рівня контролю або відсутності належної системи поводження з побутовими відходами, за офіційними даними, щороку утворюється понад 27 тис. несанкціонованих сміттєзвалищ. Неналежним чином проводиться робота з паспортизації, рекультивації та санації сміттєзвалищ. З 1551 сміттєзвалища, що потребують паспортизації, у 2016 році її фактично отримали 380 (21%

сміттєзвалищ від їх загальної кількості). З 509 сміттєзвалищ, які потребують рекультивації, фактично рекультивовані 86.

Сучасні способи управління ТПВ в Україні орієнтовані на полігонне захоронення відходів, їх розміщення на сміттєзвалищах та/або стихійних сміттєзвалищах, більшість з яких не відповідають вимогам екологічної безпеки, мають низький технологічний рівень, обмежені підходами до прийняття комплексних управлінських рішень та фінансовими ресурсами, мають низький рівень впровадження інноваційних технологій.

Низькі тарифи на послуги по захороненню ТПВ не створюють для суб'єктів господарювання і місцевих органів влади стимулів для їх перероблення.

Відсутність системи перероблення (у тому числі системи роздільного збирання) ТПВ призводить до втрати Україною щороку мільйонів тонн ресурсоцінних матеріалів, що містяться у відходах, які потенційно можуть бути повернуті у господарський обіг. Розвиток роздільного збирання та перероблення ТПВ є невід'ємною частиною підвищення ефективності використання природних ресурсів і переходу до сталої економіки. Надмірна залежність від захоронення побутових відходів не може далі бути основою поводження з ТПВ в Україні. Крім того, підписана у 2014 році Угода про асоціацію між Україною з одного боку, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергетики і їхніми державами-членами, з іншого боку, вимагає від України негайних і рішучих кроків для впровадження європейських стандартів у відповідній сфері [1].

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).

Оскільки запобігання утворенню відходів є найбільш ефективний спосіб поводження, слід зазначити, що під цим розуміється:

- зменшення кількості предметів і матеріалів, що відправляються на остаточну утилізацію або поховання;
- відмова від зайвої упаковки; закупівля тільки необхідної кількості предметів і матеріалів; використання предметів багаторазового та тривалого користування замість одноразових там, де це можливо.

При рециклінгу окремих компонентів ТПВ недоцільно обмежуватися можливостями традиційних «комерційних» складових (папір, картон, тара металічна, пластикова та дерев'яна, склобій, відпрацьовані люмінесцентні лампи тощо), а врахувати потенційні можливості широкого спектру інших складових ТПВ.



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

Знову ж, для вибору найбільш прийнятних методів переробки, утилізації і видалення відходів необхідно їх класифікувати, тобто провести упорядкування даних про них залежно від цілей. Отже, класифікація є важливою складовою системи управління та поводження з різноманітними відходами, у тому числі й з твердими побутовими.

Принцип диференціації потоків ТПВ пропонується реалізувати наступним чином:

- на початковому етапі життєвого циклу муніципальних ТПВ від загального потоку відходів у момент їх утворення відокремлюється *потік органічних відходів*, які легко розкладаються; потік структурується залежно від місця утворення (тип житлового будинку, об'єкт міської інфраструктури) тощо;
- *потік потенційних вторинних матеріальних ресурсів*, що генерується в результаті життєдіяльності міського населення і господарської діяльності об'єктів інфраструктури розділяється на відповідні складові:

а) старі меблі, побутова техніка, що спрямовується до спеціалізованих організацій для демонтажу з подальшою їх утилізацією;

б) тара і упаковка, макулатура, текстиль, метали, скло, шкіра, гума збираються в пересувні, марковані для кожного виду вторинних матеріальних ресурсів (ВМР) контейнери і вивозяться для подальшої переробки;

в) інертні мінеральні великогабаритні відходи, що утворюються при проведенні будівельних і ремонтних робіт в домашньому господарстві і на об'єктах міського підпорядкування;

– *потік небезпечних відходів*, що утворюються в домашньому господарстві і на об'єктах інфраструктури міста, відділяються із загального потоку ТПВ за допомогою упорядкування адресного збору компонентів потоку.

Захист навколишнього природного середовища та створення умов щодо безпеки життєдіяльності місцевого населення забезпечуються за допомогою системи організаційно-економічних заходів, які базуються на принципах сталого розвитку та враховують специфіку розвитку відповідного регіону.

З урахуванням значних фінансових витрат, *першим кроком* до диференціації потоків ТПВ може бути обов'язкове відділення органічних відходів, що легко розкладаються, у момент їх утворення, а також небезпечної складової ТПВ.

Органічні відходи, що легко розкладаються, є вторинною сировиною. Вони слугують основою для отримання компосту і біогазу, і тому при будівництві нових полігонів необхідно спланувати біохімічну їх переробку, з екологічно чистого потоку органічних відходів, що дасть змогу одержати екологічно чисте органо-мінеральне добриво та біогаз в якості альтернативної енергії.

На контейнерному майданчику рекомендується встановлювати чотири контейнери.

Перший контейнер з написом «Харчові та рослинні (садово-паркові) відходи» для збирання екологічно чистої органічної компоненти відходів, що легко розкладаються, *другий контейнер* – з написом «Небезпечні відходи» для збирання медичних відходів, ртутних ламп, джерел струму, акумуляторів тощо, *третій контейнер* – з написом «Вторинна сировина», що призначений для збирання ресурсоцінних складових ТПВ, які будуть спрямовані на сміттєсортувальне підприємство, *четвертий контейнер* – з написом «Несортовані відходи», вміст якого необхідно сортувати на пункті рециклінгу.

До потоку органічних відходів слід додавати для сумісного перероблення аналогічні відходи харчової промисловості, овочесховищ, підприємств громадського харчування, ринків, списані продукти харчування з мережі супермаркетів тощо.

Сезонність утворення опалого листя і обрізі дерев та кущів (другої складової даного потоку ТПВ) обумовлює необхідність організації централізованого збору та вивезення цієї субстанції для компостування або анаеробного зброджування на спеціально обладнаних майданчиках або у спеціальному обладнанні (метантенках). Альтернативним варіантом поводження з цим видом органічних відходів у будинках приватного сектора з присадибними ділянками може служити спільне компостування з харчовими відходами.

Утилізація будівельного сміття може відбуватися застосуванням даного виду відходів у дорожньому будівництві або в якості наповнювача при виготовленні бетону.

Знешкодження небезпечних відходів повинно здійснюватися промисловими засобами.

Реалізація системи поводження з ТПВ передбачає створення муніципального центру рециклінгу ВМР (рис. 3.2) на основі модульно-поквартального принципу.

До складу центру доцільно включити координуючу адміністративну групу, склад-накопичувач ВМР і транспортний підрозділ.

Основним структурним елементом центру рециклінгу повинен стати пункт рециклінгу (рис. 3.3), розташований на місці одного з внутрішньо-квартальних контейнерних майданчиків та складається з 5 модулів:

- 1) модуль прийому відокремлених органічних відходів, які легко розкладаються;
- 2) модуль прийому та сортування стабілізованих потенційних ВМР;
- 3) модуль, що виконує функції пункту прийому вторинної сировини і здійснює прийом окремих фракцій потоку ТПВ, відсортованих населенням, за гроші;
- 4) модуль прийому та розбирання великогабаритних відходів;
- 5) модуль збору фракції небезпечних побутових відходів.

При застосуванні запропонованої схеми збирання необхідно передбачити централізоване перевезення зібраних в одному типі контейнерів в окремих транспортних засобах на пункт або центр рециклінгу.

Необхідно передбачити логістичне обслуговування пунктів невеликими мобільними економічними транспортними засобами. По мірі накопичення на пункті рециклінгу маси зібраних окремо відходів, вони транспортуються на склади міського центру рециклінгу або безпосередньо на сміттесортувальні/сміттепереробні підприємства та на промислове знешкодження.

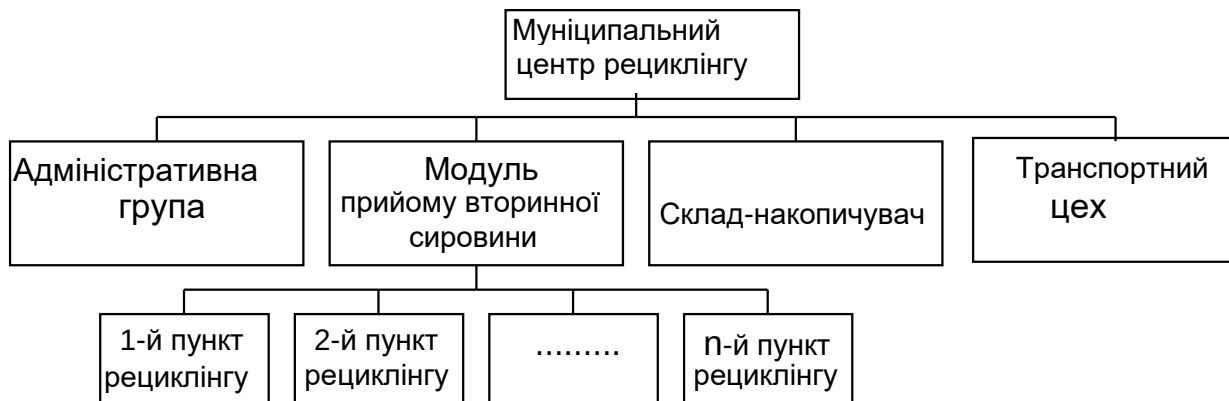


Рис. 3.2 – Структура муніципального центру рециклінгу вторинних матеріальних ресурсів на основі модульно-поквартального принципу

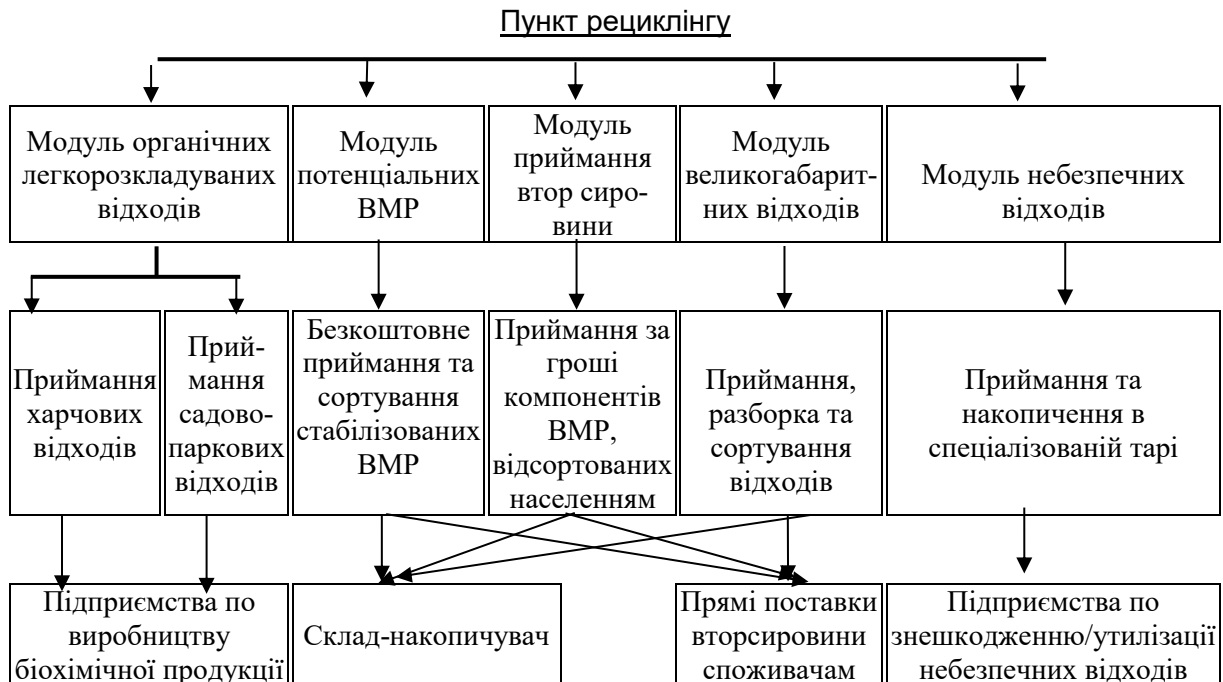


Рис. 3.3 – Структура пункту рециклінгу

Відходи, аналогічні промисловим, необхідно направляти на спільну переробку з іншими промисловими відходами. Небезпечні відходи утилізують/знищують промисловими способами. Залишкова частина потоку твердих муніципальних відходів являє собою стабілізовану суміш потенційних вторинних матеріальних ресурсів, яка, після відділення комплектуючих вузлів і деталей, повинна бути відправлена на сміттє-сортувальний завод з отриманням розділених тюкованих вторинних ресурсів (компонентів потоку твердих побутових відходів).

3.2 Принципи поводження з небезпечною складовою твердих побутових відходів

В Україні існує близько 300 накопичувачів небезпечних відходів, які побудовані без належного технічного захисту і стали джерелом екологічної небезпеки регіонального масштабу. І лише окремі суб'єкти господарювання мають обладнані сховища для зберігання небезпечних відходів і установки для їх знешкодження та регенерації.

Мінімізація обсягів утворення небезпечних відходів, створення потужностей по їх екологічно безпечній утилізації, знешкодженню та видаленню мають для України першочергове значення.

Ефективне вирішення всього комплексу питань, пов'язаних з ліквідацією чи обмеженням негативного впливу небезпечних відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини, можливе лише за умов здійснення заходів, які враховують сучасний стан національної економіки, перспективи її соціально-економічного розвитку, а також узагальнений світовий досвід розв'язання зазначених проблем.

Основними проблемами, що стосуються управління небезпечними відходами, є [1]:

- відсутність у діючих системах обліку та звітності повної інформації про утворення та подальші операції щодо поводження з небезпечними відходами споживання, а це пов'язане з практичною браком систем збирання/приймання цієї групи відходів від населення;
- відсутність заохочувальних стимулів і низький рівень витрат, передбачених на утилізацію відходів, перешкоджають впровадженню систем для роздільного збирання та перероблення небезпечних відходів;
- для окремих галузей промисловості (металургійна, хімічна тощо) через застосування застарілих технологій та великі обсяги утворення небезпечних відходів, значне підвищення вартості за поводження з ними може спричинити суттєві фінансові та технологічні труднощі;
- відсутність технічних можливостей для перероблення деяких категорій небезпечних відходів, що є передумовою для їх неконтрольованого видалення;

- невідповідність екологічним вимогам та сучасним технічним стандартам значної частини існуючих виробничих потужностей і об'єктів, продовження функціонування деяких із яких є безпосередньою небезпекою для навколишнього природного середовища;

- впровадження сучасних вимог до поводження з окремими видами небезпечних відходів може спричинити для суб'єктів господарювання зростання значних фінансових витрат або необхідність технологічного переоснащення виробництва та обладнання. За умови неефективного здійснення державного (екологічного) контролю у сфері поводження з небезпечними відходами це може спонукати зростання кількості порушень природоохоронного законодавства;

- відсутність системи належного планування управління небезпечними відходами на рівні суб'єктів господарювання;

- складне фінансове становище і перевага дрібносерійного виробництва у деяких галузях, є перешкодою будівництву необхідних споруд для усунення впливу небезпечних відходів на навколишнє природне середовище;

- недостатній рівень витрат на екологічно безпечне поводження з небезпечними відходами на всіх рівнях для захисту навколишнього природного середовища і здоров'я людини;

- обмежений загальний обсяг інвестицій, пов'язаних з регулюванням відходів;

- низький рівень обізнаності та поінформованості суб'єктів господарювання про можливості переробки або повторного використання небезпечних відходів;

- низький рівень поінформованості інвестора про потенціал виробництва нових продуктів з відходів, потенційно придатних для повторного/багаторазового використання.

3.2.1 Принципи поводження з медичними відходами

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.

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.

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 видаляється 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.

Основними проблемами у сфері управління МВ 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].

Значна частина МВ вивозиться на полігони та несанкціоновані звалища внаслідок безвідповідальності медичних працівників закладів охорони здоров'я, недостатності та недоступності потужностей з оброблення та видалення медичних відходів. Украй 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 медичними відходами, є вкрай складним завданням [1].

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 вироби 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 поведінки 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 безпеки, але, на жаль, жоден із існуючих документів не містить відповідної методики.

Зазвичай, лікарські засоби класифікують як побутові відходи, хоча клас безпеки треба визначати за ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу безпеки 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 безпеки неякісного лікарського засобу є досить складним процесом, який потребує певних знань, навичок та часу [34].

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.

Колючі/ріжучі предмети. 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) [35].

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). Щорічно в Україні накопичується 8-12 млн. т твердих побутових відходів, з яких 98 % не перероблюється. Їх загальний обсяг на території України досягає 20 млрд. т, а площа земель, зайнятих відходами, складає понад 130 тис. га [36].

При цьому, 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).

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.

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.

Наприклад, 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 [37] 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 Одеській області склала 9926,5 тис. кг. Як видно з табл. 3.1, домінуюча частина відходів не несе в собі будь-якого особливого ризику для здоров'я людини або довкілля (матеріали, які не були в контакті з пацієнтами – скло, папір, пакувальний матеріал, металеві, харчові або інші відходи, схожі з побутовими відходами), але решта їх є екологічно небезпечними (інфекційні, анатомічні і патологічні, хімічні і фармацевтичні та радіоактивні відходи тощо).

У разі використання інших орієнтованих норм накопичення [26], в стаціонарних ЛПУ було утворено майже 14117 тис. кг, в амбулаторно-клінічних ЛПУ – 133,1 тис. кг відходів, тобто загальна щорічна кількість відходів ЛПУ Одеської області склала 14250,1 тис. кг [38, 39].

Таблиця 3.1 - Кількісна оцінка та структура відходів лікувально-профілактичних установ Одеської області

Найменування відходів	Відходи амбулаторно-клінічної частини ЛПУ, тис. кг	Відходи стаціонарної частини ЛПУ, тис. кг
Патологоанатомічні відходи	0,066	12,42
Перев'язочні матеріали	2,39	314,64
Полімерні відходи	3,52	339,48
Метали	1,24	134,55
Скло	6,65	339,48
Лабораторні відходи	0,33	13,66
Хімічні відходи	6,25	540,27
Радіоактивні відходи	-	0,83
Харчові відходи	1,23	2484,00
Відходи, які містять ртуть	1,73	55,89
Рентгенівська плівка	0,20	10,35
Папір, картон	37,27	2732,4
Гума	0,64	82,8
Гіпсові пов'язки (відпрацьований гіпс)	0,006	6,21
Деревина	0,87	111,78
Змет, будівельне сміття	33,94	2649,6
Усього:	96,332	9828,4

На нашу думку, це припустима мінімальна кількість МВ, оскільки для розрахунків були прийняті найнижчі норми їх накопичення, оскільки вони утворюються не тільки у гуманітарних, але й у ветеринарних ЛПУ, а також в об'єктах комунально-побутового сектора Одеської області.

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, що лише в ЛПУ утворюється тільки 1% від кількості всіх ТПВ [26], то з урахуванням щорічного накопичення ТПВ, кількість МВ може становити 8240,7 т. Більша частина МВ після належної обробки (або без неї) може бути переведена до стану вторинних матеріальних ресурсів. Переваги та недоліки технологій знешкодження МВ наведені в роботі [40].

Порівняльна характеристика технологій знешкодження МВ наведена у табл. 3.2 [41, 42, 43]. Як бачимо із таблиці, кожна установка має свої переваги і недоліки. При виборі установки потрібно зважати на багато факторів: ціна, ефективність дезінфекції, місце розташування установки,

**Таблиця 3.2 – 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 дм³	70 дм³	150 дм³	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 м²	12 м²	5 м²	150 м²
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 продуктив- ність	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 змен- шення відходів
Недоліки	високі капітальні і експлуатацій- ні затрати; потреба висококвалі- фікованого персоналу; відходи після зnezаражен- ня мають впізнаваний вигляд	не гарантується повне знищення інфекції; потріба кваліфікованого персоналу; використовую- ться токсичні агенти, які вимагають додаткових заходів безпеки	потрібне попереднє сортування відходів; відходи після znezараження мають впізнаваний вигляд	надлишкова потужність установки для 1 ЛПУ; наявність токсичних викидів в атмосферу

кількість споживаної електроенергії, безпечність. Деякі МВ можливо утилізувати. Як доказ можна показати шлях поводження з використаними медичними рукавичками на прикладі окремої ЛПУ.

Існує безліч видів різних медичних рукавичок: вінілові і латексні; стерильні і нестерильні; підпудрені і не опудрені; діагностичні (оглядові), мікрохірургічні та ін. Найбільш вживаними є латексні оглядові та хірургічні медичні рукавички анатомічної форми. Усі вони одноразового використання для індивідуального огляду кожного пацієнта. Медичні рукавички захищають пацієнтів і медпрацівників від інфікування.

Аналіз накопичення медичних рукавичок представлений за даними звіту Одеської міської клінічної лікарні №1 («Єврейська лікарня»). Використовуючи дані хірургічної активності можна стверджувати, що на проведення операцій у 2012 р. було використано 36030 пар медичних рукавичок, у 2013 р. – 38862 пари та у 2014 р. – 38934 пари медичних рукавичок. Вага медичних рукавичок вказана на пакуванні 100 рукавичок, а це 50 пар. Відходи рукавичок за 2012 р. складає 425 кг, у 2013 р. – 458 кг та у 2014 р. – 459 кг.

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 твердих побутових відходів.

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.

Якщо в однію лікарню на рік використовується майже 20 тис. пар використаних медичних рукавичок, а по всіх лікарнях Одеси приблизно 170 тис. пар, то можна уявити наскільки ця кількість збільшиться при врахуванні їх у поліклініках, диспансерах, установах швидкої медичної допомоги та судово-медичної експертизи, НДІ медичного профілю тощо. Безумовно, утилізація медичних рукавичок є просуванням на шляху до оптимізації системи поводження з окремими складовими небезпечних медичних відходів.

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 може становити істотну частку в загальному потоці ТПВ. У багатьох регіонах України МВ змішуються з побутовим сміттям і видаляються на звалища (полігони). 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); харчові відходи та інші компоненти.

Для управління і поводження з потоками МВ була розроблена система, яка включає ряд підсистем, показаних на рис. 3.4 [44]: 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 медичними відходами можливо використовувати, насамперед, для ЛПУ гуманітарної і ветеринарної медицини (див. рис. 2.3).

3.2.2 Принципи поводження з відходами електричного та електронного обладнання*

Характеристика електронних відходів за морфологічним складом. Найскладнішим структурним (складнокомпонентним) компонентом електронних відходів є штамповані плати. Вони виготовляються з полімерів, таких як поліамід, поліетелентерефталат

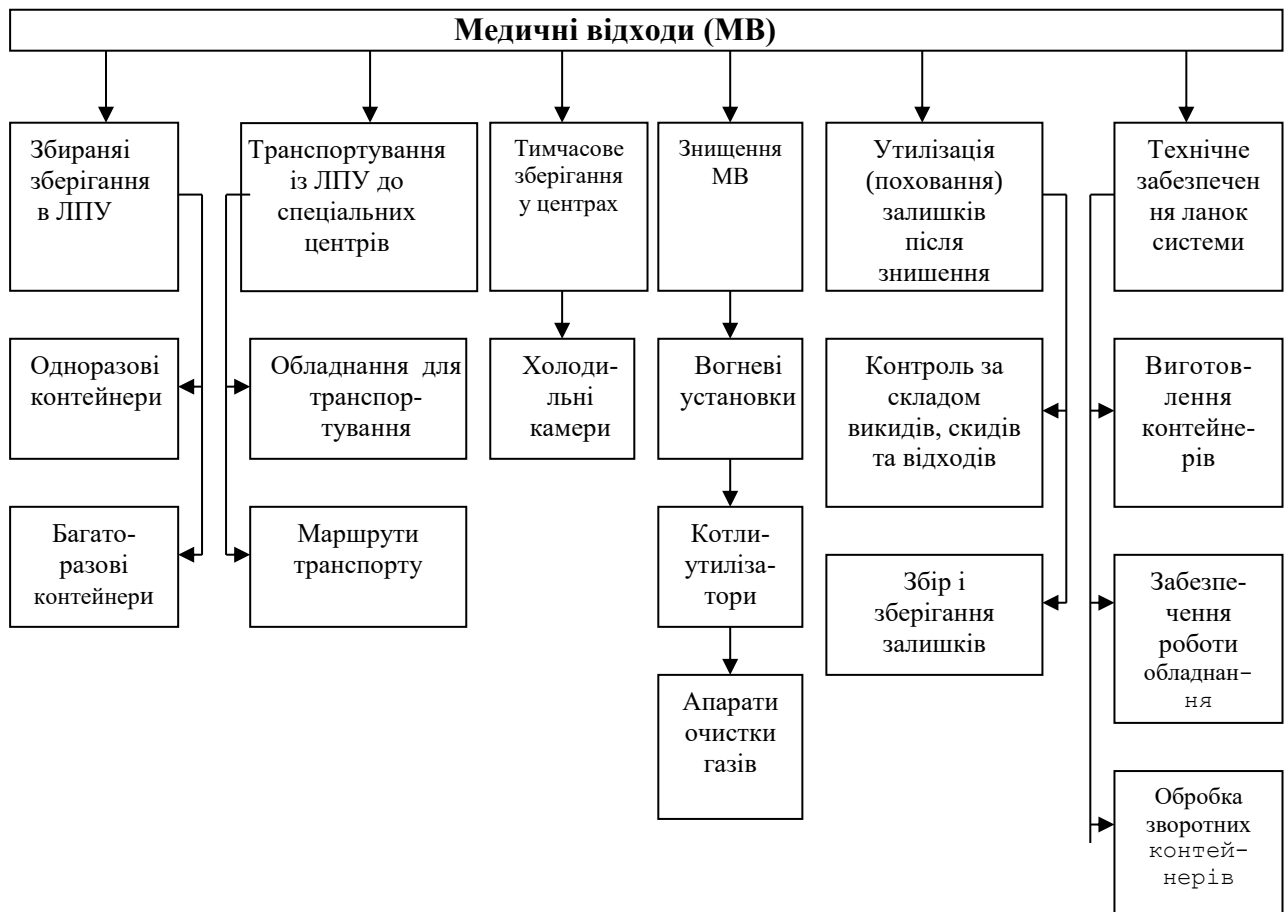


Рис. 3.4 – Система управління потоками медичних відходів [44]

(ПЕТ), поліетиленнафталат (ПЕН) або зв'язаних термореактивною смолою скловолокнистих композитів. Смоли включають діфункціональні епоксидні смоли, такі як бісфенол А, багатфункціональні епоксидні смоли, основні з яких – фенол і креозол. В якості смоли та затверджувача використовується діціаномід, 4,4 – діамінофеніл сильфон, 4,4 – діамінофеніл-метан. Вибір матеріалу залежить від типу та сфери застосування штампованих плат. Так, для простої двосторонньої плати використовують біфункціональні епоксидні смоли, для багатошарових – більш складні епоксидні смоли, складні ефіри ціанатів. Найпоширенішим типом плат вважаються плати комп'ютерного та комунікаційного обладнання (FR-2) і (FR-4), які виготовляються з армованого скловолокна з епоксидною смолою. Окрім скловолокна, паперу та смол, плати також містять метали. Найбільший відсоток припадає на мідь, яка є основою електричних ланцюгів (доріжок). В меншій кількості в них присутні залізо, нікель, срібло, золото, паладій [45].

До складу ВЕЕО входить багато елементів і сполук речовин, які є рідкісними, цінними та токсичними (рис. 3.5, табл. 3.3) [46].

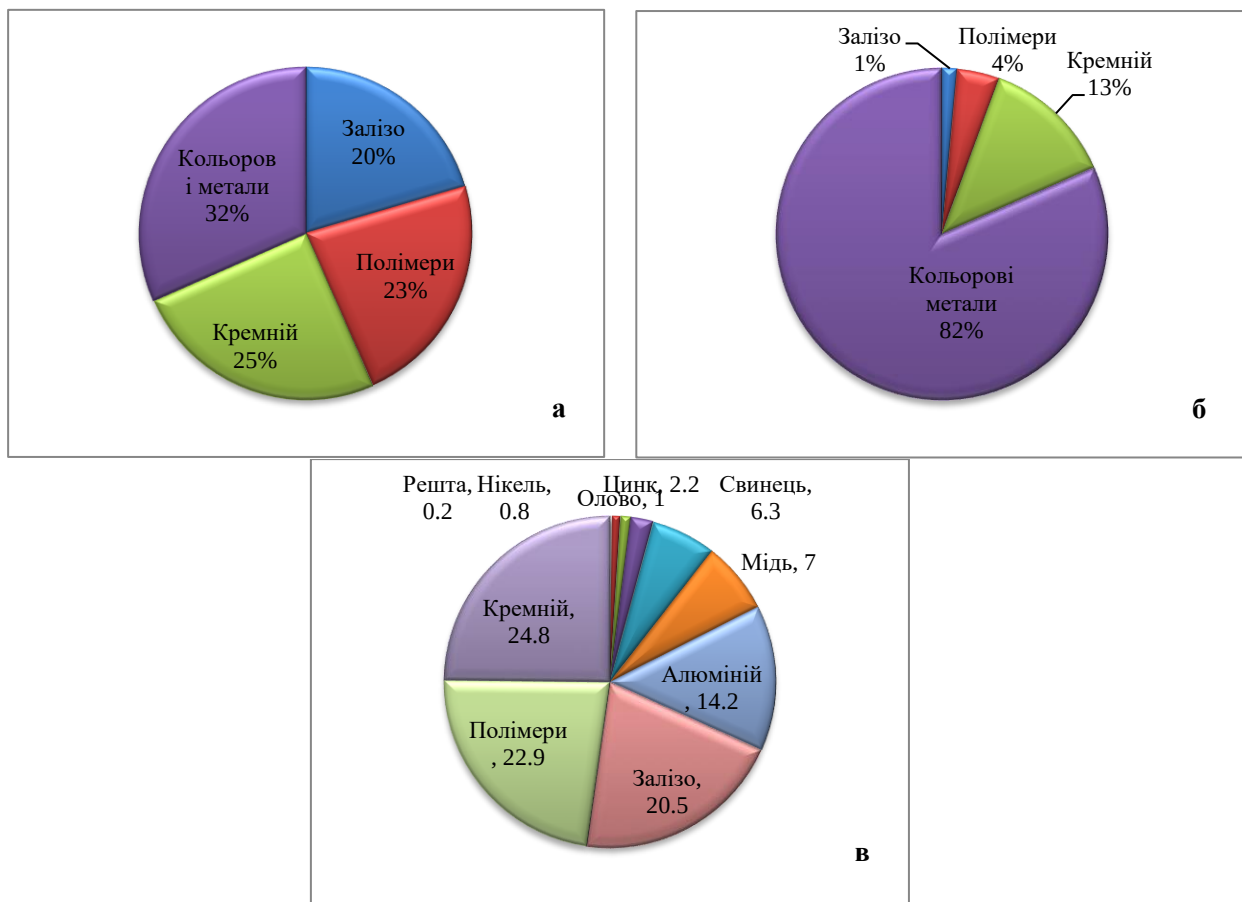


Рис. 3.5 – Діаграма вмісту основних компонентів відходів (а), їх масових часток (б) та структура економічної цінності відходів комп'ютерного обладнання (в)

На рис. 3.5а показано загальну структуру вмісту компонентів відходів комп'ютерного обладнання. В загальній кількості на металеву складову припадає 50 % від загальної маси металів. На рис. 3.5б зображено співвідношення основних компонентів відходів електронного обладнання. Економічна цінність компонентів відходів електронного обладнання зображена на (рис. 3.5в).

Велику небезпеку для здоров'я людини представляють бромовані антипірени (BFRS) (поліброміровані дифенілефіри), поліхлоровані біфеніли, полібромдифеніли, дибромовані дифенілефіри, гексабромциклододекани, полібромовані та поліхлоровані діоксини та дибензофурани, а також такі ВМ як свинець, кадмій, ртуть, хром, нікель миш'як, мідь, марганець, цинк [47, 48, 49].

Дані щодо вплив електронних відходів на здоров'я людини наведені в табл. 3.4 [50, 51]. Наприклад, бромовані антипірени (сповільнювачі горіння), використовуються при виробництві плат, є надзвичайно

Таблиця 3.3 – Компонентний склад відходів електронного обладнання

Найменування компонента	Частка від загальної маси, %	Область ідентифікації матеріалу
Кремній (Si)	24,8000	Скло
Полімери	22,9007	Корпуси, плати, ізоляція
Залізо (Fe)	20,4712	Корпуси
Алюміній (Al)	14,1722	Корпуси, проводка, тепловідвід
Мідь (Cu)	6,9287	Проводка, тепловідвід
Свинець (Pb)	6,2988	Припой
Цинк (Zn)	2,2046	Люмінофор, батарея
Олово (Sn)	1,0078	Припой плат, ЕПТ
Нікель (Ni)	0,8503	Корпуси
Кремній (Si)	0,0803	Процесори
Марганець (Mn)	0,0315	Корпуси
Барій (Ba)	0,0315	Вакумні ЕПТ
Серебро (Ag)	0,0189	Проводка, контакти
Титан (Ti)	0,0157	Легуючий агент сталі
Тантал (Ta)	0,0157	Конденсатори
Берилій (Be)	0,0157	Тепловідвід, плати, проводка
Кобальт (Co)	0,0157	Корпуси
Кадмій (Cd)	0,0094	Люмінофор, батарея
Стибій (Sb)	0,0094	Діоди
Висмут (Bi)	0,0063	Плати
Хром (Cr)	0,0063	Декоративні елементи
Ртуть (Hg)	0,0022	Батареї, вимикачі
Золото (Au)	0,0016	Плати, контакти
Індій (In)	0,0016	Транзистори
Рутеній (Ru)	0,0016	Резистори
Селен (Se)	0,0016	Випрямлячі
Германій (Ge)	0,0016	Напівпровідники
Галій (Ga)	0,0013	Напівпровідники
Миш'як (As)	0,0013	Транзистори
Паладій (Pd)	0,0003	Плати
Ванадій (V)	0,0002	Люмінофор
Європій (Eu)	0,0002	Люмінофор, плати
Ітрій (Y)	0,0002	Люмінофор
Ніобій (Nb)	0,0002	Паяльні шви
Платина (Pt)	0,00014	Плати
Родій (Rh)	0,0001	Плати
Тербій (Tb)	0,0001	Люмінофор

Таблиця 3.4 – Вплив електронних відходів на здоров'я людини

Джерело	Сполуки	Ефект
Припій в платах, монітор	Свинець	Вплив на кров, нирки, центральну та периферійну нервову систему
Резистори та напівпровідники	Кадмій	Незворотній токсичний вплив на здоров'я, акумуляція в нирках та печінці, пошкодження нейронів, тератогенний вплив
Перемикачі, плати	Ртуть	Пошкодження головного мозку
Сталеві пластини, сталевий корпус	Хром (VI)	Бронхіальна астма, пошкодження ДНК, накопичення канцерогенів
Кабелі, корпус комп'ютера	ПВХ	Горіння призводить до: порушення репродуктивної, імунної та гормональної систем
Пластикові корпуси обладнання, плати	Бромовані антипірени	Руйнування ендокринної системи
Передня панель ЕПТ	Барій	М'язова слабкість, пошкодження серця, печінки та селезінки
Материнська плата	Берилій	Канцерогенний, ймовірність бериліозу від вдихання бериліймістких часток

токсичними сполуками, вони край негативно впливають на нервову і репродуктивну системи, порушують пам'ять, а також та роботу гормонів щитовидної залози; в припої використовується сплав кадмію та свинцю.

Кадмій, що є сильною отрутою і канцерогеном, викликає ураження нирок і кісток. Пари кадмію спричиняють гостру пневмонію з набряком легень.

Свинець особливо є токсичним для нервової системи, у дітей він викликає уповільнення інтелектуального розвитку, а у дорослих кровоносної, нервової та репродуктивної систем. Отруєння свинцем може призвести до передчасних пологів, викиднів, та внутрішньоутробної смерті (в разі проникнення інтоксиканту в плід).

Ртуть погіршує роботу мозку і центральної нервової системи, особливо це стосується дітей. Отруєння ртуттю призводить до утворення виразок в зоні дванадцятипалої кишки та слизової оболонки шлунку. Симптомами отруєння ртуттю є тремор, головний біль, сонливість, дратівливість, апатія, слабкість, судоми, зміна чутливості і ряд інших ознак. А в разі її потрапляння в довкілля вона здатна утворювати метилртуть і, ставши компонентом харчових ланцюгів, викликати захворювання у ссавців та людини (приклад тому «хвороба Мінамата»).

Шестивалентний хром викликає печію, нудоту, блювання, різного ступеню ураження шлунково-кишкового тракту. Призводить до виникнення дерматиту на руках, передпліччі та обличчі. Він має токсичні і

канцерогенні властивості, тобто може спричинити утворення ракових пухлин.

Полівінілхлорид (ПВХ) – пластик, що широко використовується в якості ізоляційного матеріалу для кабелів. Виготовляється шляхом полімеризації вінілхлориду – небезпечної отрути, здатної руйнувати нервову систему, викликати судинний невроз, спричиняти розвиток вегето-судинної дистонії, що може викликати навіть ракові захворювання.

Щоб збільшити еластичність ПВХ, до нього додають пластифікатори (фталати або ефіри фталатів), попадання яких в організм може викликати ураження печінки і нирок, безпліддя, рак.

Відповідно до даних [52], електронне обладнання має таке співвідношення елементів та сполук (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Усереднений вміст елементів/сполук в електронному обладнанні, %

Матеріал	Вміст, %	К _в , %
Залізо	30,00	96
АБС+РК	20,00	90
Мідь	14,00	95
Алюміній	8,40	85
Композитні матеріали	4,00	90
Скло	3,70	80
ПВХ	3,00	65
Рідкісні метали	0,25	50
Нікель	0,10	80
Молібден	0,02	65
Кобальт	0,02	65
Свинець	0,05	65
Олово	0,08	75
Серебро	0,008	96
Золото	0,001	94
Паладій	0,001	92
Платина	0,000	84

Примітка. К_в – коефіцієнт відновлення елементів/сполук після переробки

Станом на 2013 рік основна вартість обладнання пригflf' на групу дорогоцінних металів та мідь – 71%, на полімери приходить близько 12,5%, все решта складає 12 відсотків від загальної вартості.

За даними [53] для Росії усереднений склад ВЕЕУ виведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Усереднений склад ВЕЕУ

Тип	Склад	Частка в загальному потоці, %
Телевізори	Застаріла та зламана техніка	67
Побутова електроніка	Телефони, радіоприймачі відеомагнітофони та ін.	13
Монітори	Монітори від комп'ютерів	7
Системні блоки	Включаючи периферію	5
Побутова техніка	Мікрохвильові печі, кухонні комбайни та ін.	8

Усереднений фракційний склад РК-телевізору [54] наведено у табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Фракційний склад РК-телевізора

Компонент	Вміст, %
Метал	44,0
Пластик	18,5
Скло	14,0
Штамповані плати	11,0
РК-дисплей	6,0
Дроти	1,5
Підсвічування	1,0
Решта	4,0

На відміну від обладнання з РК-дисплеями, найбільша масова частка для плазмового телевізору припадає на скло (табл. 3.8), а плазмовий дисплей не містить полімерних матеріалів (табл. 3.9)

Таблиця 3.8 – Фракційний склад плазмового телевізора

Компонент	Вміст, %
Скло	40,0
Метал	34,0
Електронна складова	14,0
Пластик	4,0
Решта	8,0

Таблиця 3.9 – Будова плазмового дисплея по фракціях

Основні складові дисплея	Компоненти
Периферійне скло	Натрієве
Діелектрик, ребра	Скло систем $PdO-B_2O_3-SiO_2$, $BaO-ZnO-B_2O_3-SiO_2$, $ZnO-Bi_2O_3-B_2O_3-SiO_2$
Прозорий електрод	$In_2O_3-SnO_2$
Силовий та адресний електрод	$Ag, Al, Cr/Cu/Cr$
Захисний шар	MgO
Люмінофор	Червоний: $Y_{0,65}Gd_{0,35}BO_3:Eu^{3+}$ Зелений: $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ Синій: $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$

Характеристика електронних відходів на прикладі комп'ютерної техніки. Під час виготовлення комп'ютерної техніки витрачається значна кількість ресурсів. Виробництво одного комп'ютера вимагає 240 кг викопного палива, 48 кг хімічних сполук і 1,5 тонни води. Проте 80 % цих ресурсів витрачаються в процесі виробництва і лише 20 % входять до цільового продукту [54].

Відповідно до даних організації *ISER* (Промислова рада з утилізації електронного обладнання) та *Impel* (об'єднує екологічні служби шести провідних країн ЄС) відомо, що, в середньому, комп'ютер з усією периферією важить близько 27 кг: з них силікатів – 6,8 кг; пластику – 6,3 кг; заліза – 5,6 кг; алюмінію – 3,8 кг; бронзи – 1,9 кг; кремнію – 1,7 кг; цинку – 0,6 кг; олова і нікелю близько 0,2 кг [55].

Перелік речовин [56], що входять до складу техніки такого роду дуже різноманітний (табл. 3.10)

Таблиця 3.10 – Приблизний компонентний склад комп'ютера

Компонент	Вміст, %
пластик	25,00
кераміка	19,00
мідь (Cu)	18,00
залізо (Fe)	13,00
алюміній (Al)	4,00
цинк (Zn)	1,50
нікель (Ni)	0,90
олово (Sn)	0,48
свинець (Pb)	0,33
срібло (Ag)	0,10
інші речовини, в тому числі:	17,59
хром (Cr)	0,06
стибій (Sb)	0,05
золото (Au)	0,02
паладій (Pd)	0,01

За прогнозами, потік відходів ЕПТ-моніторів вичерпає себе до 2020-2025 року. Проте наявні та прогнозовані відпрацьовані ЕПТ-монітори потребують спеціального поводження, що полягає в раціональній переробці та повторному використанні матеріалів, з яких вони складаються.

Основними складовими комп'ютерного монітору чи телевізора є кінескоп, пластиковий корпус, штамповані плати та дроти (табл. 3.11).

Таблиця 3.11 – Морфологічний склад ЕПТ-монітора та телевізора, %

Компонент	Вміст, %
Кінескоп	61
Пластик	20
Електронна частина	11
Метал	5
Дроти	3

У табл. 3.12 наведені дані щодо морфологічного складу кінескопу

Таблиця 3.12 – Морфологічний склад кінескопу

Компонент	Відсотковий вміст, %
Екран	63,15
Конус	24,0
Метал	12,0
ЕПТ	0,4
Склоцемент	0,4

Внутрішня поверхня екрану оброблена багат шаровим покриттям: I шар – карбонове покриття з доданням поверхнево активних речовин; II шар – люмінофор; III шар – воскоподібний шар; IV шар – алюмінієве покриття. Щодо конусу, то внутрішня поверхня покрита шаром оксиду заліза, а зовнішня – графітом.

Хімічна структура скла змінюється в залежності від призначення кінескопу (табл. 3.13).

Таблиця 3.13 – Усереднений хімічний склад скла кінескопу

Оксиди	Екран і конус (ч/б ТВ)	Свинцевомісткий екран	Екран	Конус	Скло ЕПТ	Склоцемент
SiO_2	65	44,2	62	52	33,7	2
Al_2O_3	3	1,5	2,2	4	1,8	-
PbO	4	4,2	-	22	39,4	75
ZnO	0,1	0,5	0,3	-	-	11
Na_2O	7	6	8	6,8	5,6	-
K_2O	7	11,5	7	7,8	8,6	-
CaO	0,5	2,5	0,5	3,8	4,3	-
MgO	-	0,2	0,2	1,8	1,4	-
Fe_2O_3	0,1	0,1	0,08	0,1	1	-
SrO	1	16,8	8	0,5	0,2	-
BaO	11	10,9	10	1	-	2
B_2O_3	-	-	-	-	3,5	9
Решта	1,3	1,6	1,72	0,2	0,5	1

Для нейтралізації шкідливої дії рентгенівського випромінювання в скло електронної трубки, зазвичай, вводиться близько 34 % PbO від її маси, а в конус – 22 % PbO від його маси. Екран кінескопа виконаний з більш товстого барієво-стронцієвого скла, для надання йому гарних оптичних властивостей та поглинання рентгенівського випромінювання (в 1,5 рази гірше поглинає за свинецьутримуюче скло). Екран та конус чорно-білих телевізорів виготовляється з одного типу скла з масовою часткою PbO – 4%. Відміна хімічного складу обумовлена збільшенням прискорюючої напруги в кольорових екранах.

Найбільшу небезпеку ЕПТ-монітори представляють для навколишнього середовища та здоров'я людини через наявність в них оксиду свинцю, кількість якого напряму залежить від розміру екрана (рис. 3.6).

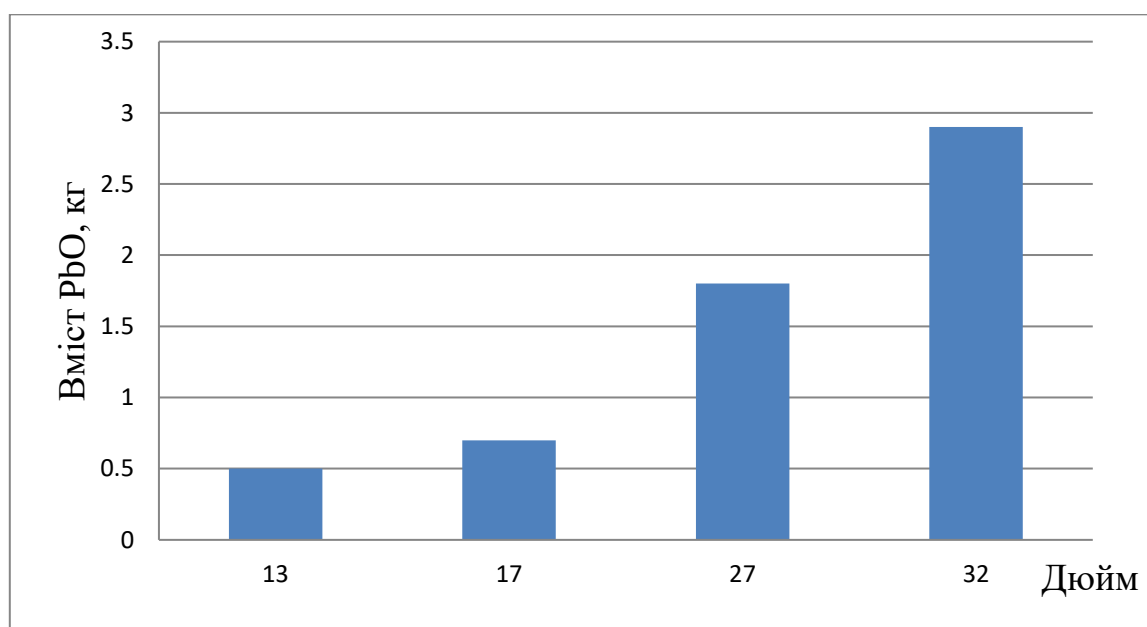


Рис. 3.6 – Концентрація оксиду свинцю в залежності від розміру екрана

Проблема ЕПТ-моніторів полягає в відносно легкому вилугуванні іонів свинцю зі скла ф потрапляння в НС. На полігонах ТПВ вплив іонів свинцю частково можливо нейтралізувати за допомогою органічних кислот, що утворюються у тілі полігону [57].

Найбільшої шкоди для навколишнього середовища та здоров'я людей надають РК-монітори (табл. 3.14) з-за наявності РК-дисплеїв з ССFL (флуоресцентна лампа з холодним катодом) підсвічуванням (табл. 3.15).

Таблиця 3.14 – Морфологічний склад рідких кристалів монітору

Компонент	Частка, %
Метал	39,0
Пластик	36,5
Штамповані плати	8,5
РК-дисплей	9,5
Дроти	2,5
Підсвічування	1,0
Решта	3,0

Таблиця 3.15 – Вміст ртуті в люмінесцентних лампах

Діагональ РК-дисплея, дюйм	Кількість ламп, од.	Вміст ртуті, мг
15	2	7,0
17	4	14,0
19	4	14,0
20	6	21,0
26	13	45,5
32-37	16	56,0
42	18	63,0

РК-дисплеї мають висококомпонентну структуру, що складається з полімерів, металів, скла (табл. 3.16)

Таблиця 3.16 – Морфологічна будова рідких кристалів дисплея

Основні складові дисплея	Компоненти
Поляризаційний фільтр	Органічні та неорганічні полімери
Скляна підложка	Натрієве, боросилікатне, алюмосилікатне скло
Електроди	$In_2O_3-SnO_2$
Рідкі кристали	Ароматичні полімери
Тонкоплівкові транзистори (TFT)	Аморфний кремній, мікрокристалічний кремній, полікристалічний кремній, селенід кадмію, оксид цинку

На відміну від РК-дисплеїв, дисплеї з *CCFL*, *LED* та *OLED* є екологічно безпечними для НС та здоров'я людини, оскільки в їх складі використовуються світлодіоди для підсвічування, а не ртутні лампи [58, 59, 60].

Картридж лазерного принтеру заповнений тонером (фарбуючий порошок), до складу якого входять полімери, модифікатори, пігменти і інші хімічні компоненти. Аналіз тонеру картриджів *Minolta 8/1100* і *Epson S050010* показав наявність оловоорганічних з'єднань з концентрацією, що перевищує гранично допустиму в 20 разів. Також був виявлений трибутил та дибутил, що негативно впливають на гормональну систему людини.

Тонер марки *Verbatim EP-22* вміщує 30 мг бензолу/кг – ароматичного вуглеводню. В великих концентраціях він викликає судоми, змінює склад крові, впливає та кровотворні органи; є вкрай токсичним і канцерогенним.

В результаті регулярних потраплянь гранул тонеру з повітрям до легень (розмір частинки сягає 3-4 мікрон), призводить до хронічної астми, силікозу та раку. По причині високодисперсності та хімічної нейтральності тонеру, використання респіраторів та протигазів для захисту є неефективним.

В Німеччині на федеральному рівні зафіксовано 11 різних хвороб, виникнення яких пов'язана з тонером. Термін розкладання у НС картриджу з рештками тонеру складає близько 200 років. В США та ЄС лазерні картриджі заборонено викидати в сміттєві баки загального використання [61].

Розрахунок утворення відходів відпрацьованих персональних комп'ютерів в Україні. За даними Держкомстатів 24-ох областей України та м. Києва [62-86], нами проаналізовано динаміку кількості ПК, що знаходились в користуванні домогосподарств з 2000 по 2014 роки.

Відповідно до інформації Держкомстатів, розрахунки наявності в домогосподарствах ПК проведені за результатами вибіркового опитування, враховують фактичну їх наявність, незалежно від терміну експлуатації, джерел надходження (куплені, подаровані тощо), стану (справні, тимчасово несправні, знаходяться у поточному ремонті, чекають на ремонт). Тому, для розрахунку утворення відпрацьованих ПК, нами було переведено всі наявні ПК домогосподарств в умовно справні та діючі.

Спираючись на середній термін експлуатації ПК, який становить приблизно 5 років, розраховано кількість відпрацьованих ПК, що переходять в розряд «відходи». Виходячи з середньої ваги ПК з ЕПТ-монітором у 27 кг, та з РК-монітором у 17 кг, нами розраховано масу електронних відходів, що утворилися. Перехідним періодом від користування ЕПТ-монітором до РК-монітором визначено 2008 рік, за рахунок масового переходу від одного до іншого.

Отримані таким чином дані було систематизовано і представлено табличній формі, що відображають розрахунок утворення відпрацьованих ПК, які переходять в розряд «відходи». Таким чином розраховано масу ПВМР із ПК з монітором на основі ЕПТ та РК для 24-х областей України та м. Києва на період до 2019 року.

Отримана інформація по утворенню ПВМР була систематизована в узагальнюючих таблицях 3.17 і 3.18 відповідно розділенню ПК з ЕПТ-монітором та РК-монітором.

Таблиця 3.17 – Маса потенційних вторинних матеріальних ресурсів, що перейшла в відходи в Україні з 2005 по 2011 роки, т

Матеріал	Роки							Сума, т
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Скло	1569,5	2321,9	3041,2	4702,2	6298,5	10207,9	12947,5	41088,8
Пластик	1454,1	2151,2	2817,5	4363,4	5835,4	9457,3	11995,5	38074,5
Fe	1292,5	1912,2	2504,5	3877,7	5187,0	8406,5	10662,7	33843,1
Al	877,1	1297,6	1699,5	2666,6	3519,8	5704,4	7235,4	23000,3
Бронза	438,5	648,8	849,7	1413,2	1759,9	2852,2	3617,7	11580,0
Si	392,4	580,5	760,3	1266,3	1574,6	2552,0	3236,9	10363,0
Zn	138,5	204,9	268,3	536,7	555,8	900,7	1142,4	3747,3
Sn/Ni	46,2	68,3	89,4	272,0	185,3	300,2	380,8	1342,2
Решта	23,1	34,1	44,7	578,4	92,6	150,1	190,4	1113,5

Таблиця 3.18 – Маса потенційних вторинних матеріальних ресурсів, що перейде в відходи в Україні у 2013, 2015, 2017 і 2019 роках, т

Матеріал	Роки				Сума, т
	2013	2015	2017	2019	
Пластик	16861,4	17195,5	22115,0	24243,9	80415,9
Силікати	12814,7	13068,6	16807,4	18425,4	61116,1
Мідь	12140,2	12380,8	15922,8	17455,6	57899,4
Залізо	8767,9	8941,7	11499,8	12606,8	41816,2
Алюміній	2697,8	2751,3	3538,4	3879,0	12866,5
Цинк	1011,7	1031,7	1326,9	1454,6	4825,0
Нікель	607,0	619,0	796,1	872,8	2895,0
Олово	323,7	330,2	424,6	465,5	1544,0
Свинець	222,6	227,0	291,9	320,0	1061,5
Срібло	67,4	68,8	88,5	97,0	321,7
Інші:	11803,0	12036,9	15480,5	16970,7	56291,1
Хром	40,5	41,3	53,1	58,2	193,0
Сурма	33,7	34,4	44,2	48,5	160,8
Золото	13,5	13,8	17,7	19,4	64,3
Паладій	6,7	6,9	8,8	9,7	32,2

У табл. 3.19 наведені дані, що характеризують динаміку утворення відходів та їх кількісну характеристику для Одеської області. Ця статистика свідчать про те, що кожного року з обсягу в якості відходів виводяться тисячі тонн ПВМР, які в контексті сталого розвитку представляють високу ресурсно-економічну цінність.

У таблицях 3.20, 3.21 наведені дані щодо маси потенційних вторинних матеріальних ресурсів (т), що перейшла в відходи з 2005 по 2011 роки та з 2013 по 2019 роки.

Таблиця 3.19 – Динаміка утворення та накопичення відпрацьованих персональних комп'ютерів в Одеській області

Рік	Кількість домогосподарств	ПК/100 домогосподарств	ПК, од.	Утворення відходів	
				Рік	Вага, т
2000	880000	2,4	21120	2005	570,2
2001	876300	1,8	15773,4	2006	425,9
2002	875300	2,4	21007,2	2007	567,2
2003	855500	4,4	37642	2008	1016,3
2004	858900	5,3	45521,7	2009	1229,1
2005	854300	10,8	92264,4	2010	2491,1
2006	849800	8,7	73932,6	2011	1996,2
2008	843300	24,1	203235,3	2013	3455,0
2010	840600	30,9	259745,4	2015	4415,7
2012	842100	40,4	340208,4	2017	5783,5
2014	842200	41,4	348670,8	2019	5927,4

Таблиця 3.20 – Маса потенційних вторинних матеріальних ресурсів, що перейшла в відходи у 2013, 2015, 2017 і 2019 роках, т

Матеріал	Роки							Сума, т
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Скло	143,6	107,3	142,8	256,0	309,5	627,4	502,7	2089,4
Пластик	133,1	99,4	132,3	237,1	286,8	581,3	465,8	1935,7
Fe	118,3	88,3	117,6	210,8	254,9	516,7	414,0	1720,7
Al	80,3	59,9	79,8	143,0	173,0	350,6	280,9	1167,6
Бронза	40,1	30,0	39,9	71,5	86,5	175,3	140,5	583,8
Кремній	35,9	26,8	35,7	64,0	77,4	156,8	125,7	522,3
Zn	12,7	9,5	12,6	22,6	27,3	55,4	44,4	184,4
Sn/Ni	4,2	3,2	4,2	7,5	9,1	18,5	14,8	61,5
Решта	2,1	1,6	2,1	3,8	4,6	9,2	7,4	30,7

Таблиця 3.21 – Маса потенційних вторинних матеріальних ресурсів, що перейде в відходи з 2013 по 2019 роки, т

Матеріал	Роки				Сума, т
	2013	2015	2017	2019	
Пластик	863,8	1103,9	1445,9	1481,9	4895,4
Силікати	656,5	839,0	1098,9	1126,2	3720,5
Мідь	621,9	794,8	1041,0	1066,9	3524,7
Залізо	449,2	574,0	751,9	770,6	2545,6
Алюміній	138,2	176,6	231,3	237,1	783,3
Цинк	51,8	66,2	86,8	88,9	293,7
Нікель	31,1	39,7	52,1	53,3	176,2
Олово	16,6	21,2	27,8	28,5	94,0
Свинець	11,4	14,6	19,1	19,6	64,6
Срібло	3,5	4,4	5,8	5,9	19,6
Інші:	604,6	772,7	1012,1	1037,3	3426,8
Хром	2,1	2,6	3,5	3,6	11,7
Сурма	1,7	2,2	2,9	3,0	9,8
Золото	0,7	0,9	1,2	1,2	3,9
Паладій	0,3	0,4	0,6	0,6	2,0

Методи поводження з відходами електричного та електронного обладнання. До основних методів поводження з відпрацьованим електронним обладнанням відносять: 1) захоронення на полігонах побутових відходів; 2) зберігання на спеціальних майданчиках; 3) знищення термічним методом; 4) утилізація компонентів відпрацьованого електронного обладнання як ВМР.

Захоронення відходів даного типу на полігонах не є перспективним, тому що джерелом надходження ВМ (а це близько 70%) є відпрацьована електронна техніка. Окрім ВМ до складу ВЕЕО входить ще низка небезпечних компонентів, таких як полістирол, поліхлорбіфеніли, поліхлортерфеніли тощо.

Метод складування та тривалого зберігання ВЕЕО на спеціальних майданчиках супроводжується емісією токсичних сполук в результаті процесу гідролізу, окисно-відновних реакцій високомолекулярних речовин. Так, ізолюючий матеріал ПВХ (PVC) не розкладається в ґрунті, проте при вилуговуванні утворюються фталати та хлористий вініл, яким притаманні токсичні та канцерогенні властивості.

Термічний метод, як і попередні, не вважається перспективним. В результаті спалювання хлорвмісних полімерних матеріалів у НС потрапляють СОЗР, а також такі токсичні речовини як фенол, формальдегід, пропілен, хлористий водень, діолефіни та ін. ПБД-місткі матеріали є джерелом полібромованих дибензо-р-діоксинів та фуранів.

Димові викиди від спалювання ВЕЕО також містять фурани та діоксини, а також ВМ (*Hg*, *Cd*, *Pb*), кислотні гази (*HCl*, *HF*, *SO₂*), тверду складову у вигляді золи з активною поверхнею. Ще одним продуктом в результаті спалювання є шлак, який, як і зола, вміщує небезпечні компоненти і є небажаним джерелом забруднення НС. Стічні води від таких промислових об'єктів також містять небезпечні хімічні речовини, що є загрозою НС в результаті міграції цих поліутантів з водних об'єктів. В той же час, вловлювана зола і шлак може бути потенційною сировиною для будівельних матеріалів.

Проте дані методи не можна віднести до раціональних та таких, що відповідають принципам сталому розвитку.

Першим етапом утилізації компонентів відпрацьованого електронного обладнання є сортування. Спочатку проводиться відокремлення друкованих плат, електронно-променевих трубок, люмінесцентних ламп, люмінофору, кабелів, пластмасових деталей з вогнетривкими добавками, які переробляються за спеціальними технологіями.

Технології переробки штампованих плат. Після демонтажу переробка здійснюється за допомогою механічного дроблення із застосуванням технологій пірометалургії, гідрометалургії та їх комбінацій (рис. 3.7).

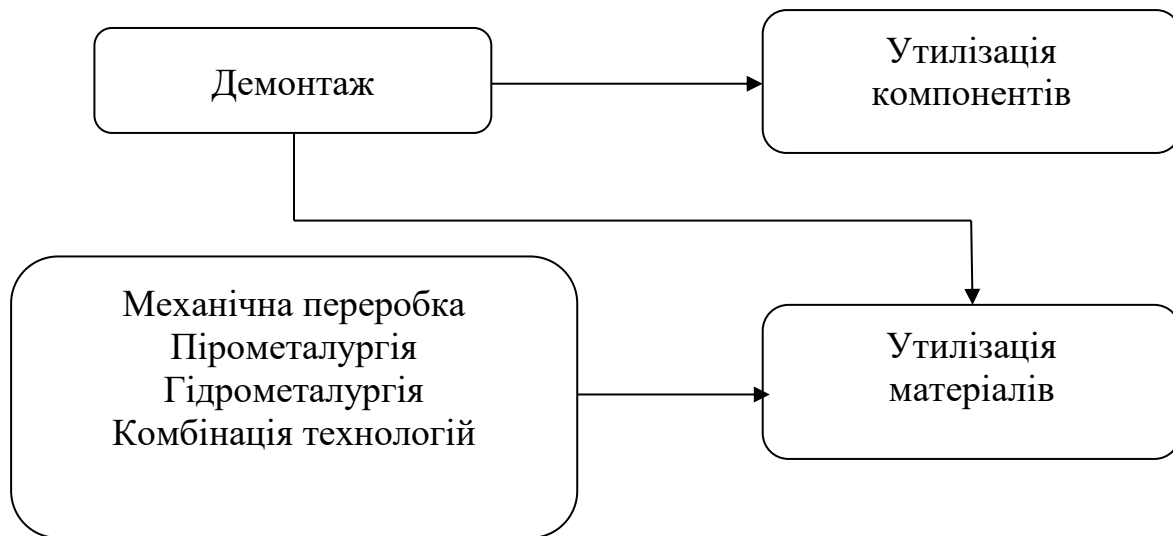


Рис. 3.7 – Схема утилізації електронних відходів

Демонтаж є першим етапом утилізації відходів. Проводиться на декількох рівнях задля вилучення компонентів в межах рециклінгу. Мета такої операції – вилучення деталей використання їх для виготовлення обладнання чи продажу їх в якості комплектуючих, або вилучення цінних матеріалів для переробки і послідуного використання чи продажу як вторинної сировини.

Практично всі стадії демонтажу проводяться вручну, проте існують технології автоматичного демонтажу. Так, компанія SAT (Австрія) розробила систему автоматизованого демонтажу компонентів з друкованих плат використовуючи сучасні комп'ютерно – роботизовані технології.

Демонтаж полягає в наступних стадіях:

- сканування ідентифікуючих маркерів компонентів, порівнювання інформації з електронною базою даних для визначення вартості та попиту;
- визначення способу з'єднання компонентів;
- демонтаж вибраних компонентів;
- видалення припою з допомогою лазера чи інфрачервоного випромінювання.

Також розроблено технологічне обладнання конвеєрного типу, яке полягає в нагріванні плати та послідугочим струшуванням їх компонентів за допомогою ударних валіків.

Німецька фірма FUBA вилучає від 92 до 95% металів з відходів порожніх штампованих плат за допомогою використання механічних и гідрометалургійних методів розділення.

Процес полягає в подрібненні, гранулюванні, магнітному та електростатичному розділенні.

Металеві компоненти, що входять до складу відходів штампованих плат (в основному, мідь) розчиняються в таких лужних розчинах як сірчаста та азотна кислоти, після чого відновлюються електролітичним методом.

Плати зазвичай проходять сортування за трьома категоріями по вмісту дорогоцінних металів:

L – відходи з низьким вмістом дорогоцінних металів (до них відносяться телевізійні плати і блоки живлення, трансформатори з феритовими сердцевинами, алюмінієві тепловідводи, а також шматки ламініту, які також містять дорогоцінні метали);

M – відходи з середнім вмістом дорогоцінних металів (до них відноситься високонадійне обладнання, таке як алюмінієві конденсатори і т. д.);

H – відходи з високим вмістом дорогоцінних металів (до них відносяться золотовмісні дискретні компоненти, інтегральні схеми; деталі оптоелектроніки, плати з високим вмістом дорогоцінних компонентів та позолоченими і паладійованими контактами тощо).

Механічний метод розділення, що використовується підприємством *Dailmer-Benz* (Німеччина) полягає в подрібненні великих частин (до розміру 2×2 см) з подальшою магнітною сепарацією. Далі виконується подрібнення при температурі нижче за 70 °С. Подрібнення матеріалів в шаровій мильниці за умови низьких температур, запобігає утворенню токсичних сполук з пластику, таких як діоксини та фурани. Наступним етапом є виділення чорних і кольорових металів за допомогою магнітної та електростатичної сепарації. Рівень відновлення *Cu*, *Au*, *Ag* після сепарації з подрібнених штампованих плат та просіяних через сито з отворами в 7 мм склали відповідно 76, 83 та 91%.

Hamos GmbH (Німеччина) розробила автоматизовану систему механічного розділення компонентів ВЕЕО, яка полягає в: 1) подрібненні великих фракцій за допомогою обертаючих ножів; 2) магнітній сепарації чорного металу за допомогою магнітів, розташованих над вібруючим конвеєром; 3) подрібнення плат в порошок в шаровій мельниці; 4) просіювання крізь сито; 5) електростатичній сепарації металевої фракції; 6) іще одне подрібнення задля зменшення розміру частинок.

Також наявна система виділення алюмінію і решти металів, використовуючи відміну щільності різної сировини.

Переробленні відходи, що складаються із суміші пластику, металів (заліза, алюмінію, пакується в пакувальні мішки для транспортування.

Проте удосконалення системи триває. Вже представлена технологія подрібнення що полягає в використанні великої кількості подрібнюючи роторів з керамічним покриттям. Таке нововведення дозволило зменшити фракційний розмір виходу частинок, який складає менше 1 мм.

В результаті чого значно зріс ступінь розділення в центрифугі і вже досяг виділення 97% міді (рис. 3.8).

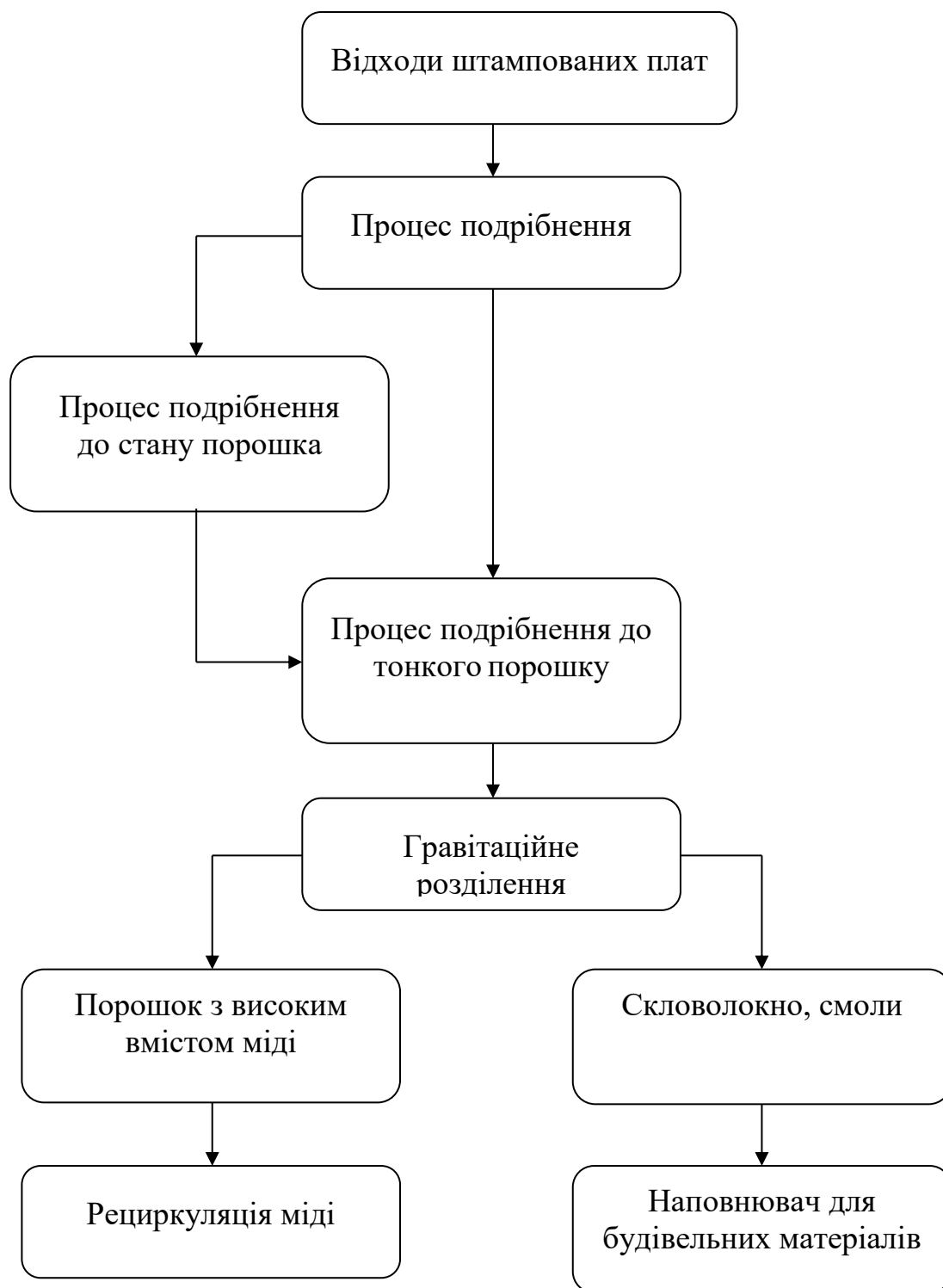


Рис. 3.8 – Утилізація відходів штампованих плат з використанням процесу дроблення системи *Natos*

Метод повітряної сепарації (рис. 3.9) заснований на розділенні диспергованих твердих частинок з різних за розмірами та щільністю.

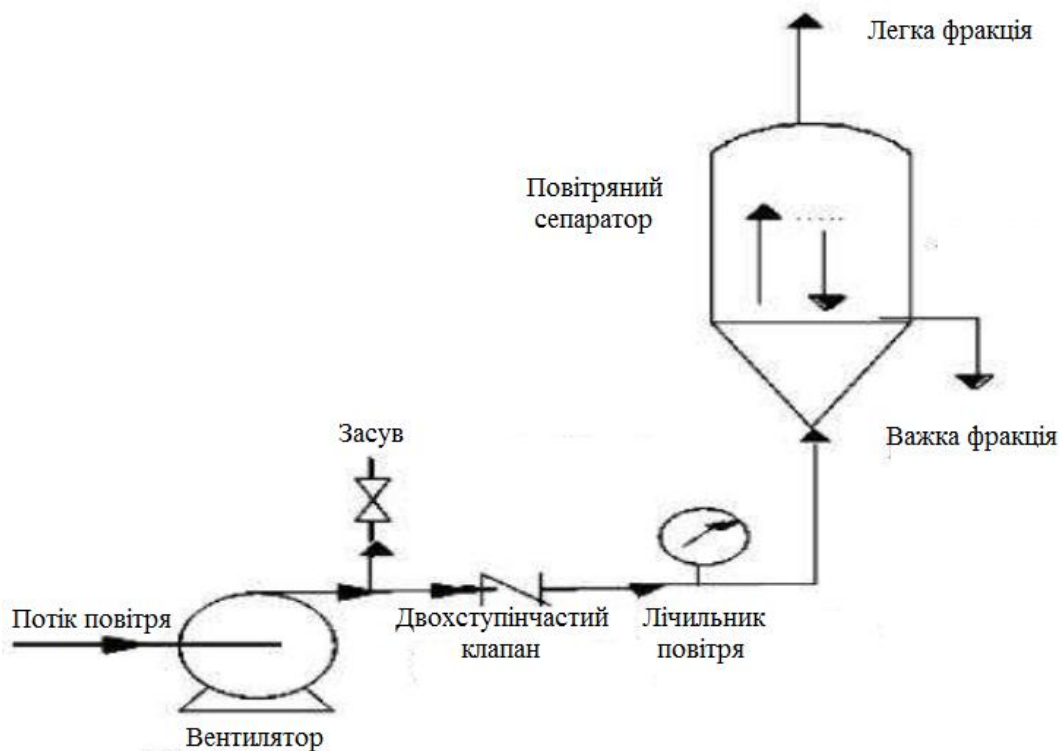


Рис. 3.9 – Схема повітряного сепаратору

Робочим середовищем для зважених частинок є повітря, яке подається уверх, в протилежну від сили тяжіння сторону. Частинки займають різне положення в повітряному об'ємі завдяки дії сил тяжіння та опору повітря. Причому, частинки з більшою масою долають силу опору і переміщуються до низу, а легші займають місце у верхній частині сепаратора [87].

Піроліз – метод, що полягає в термічній обробці компонентів без доступу кисню. Таким чином відбувається розщеплення складних органічних речовин на більш простіші. Продуктом піролізу є рідка фаза, що представлена маслами, газами, відокремленими металами, скловолокном і ін. Проблема даного методу полягає в технологічних складнощах при піролізі та газоочистці [88, 89].

Після піролізу штампованих плат в паралізаторі (рис. 3.10), які були попередньо демонтовані з телевізорів, комп'ютерів, комп'ютерних моніторів та телефонів, після чого пройшовши демонтаж трансформаторів,

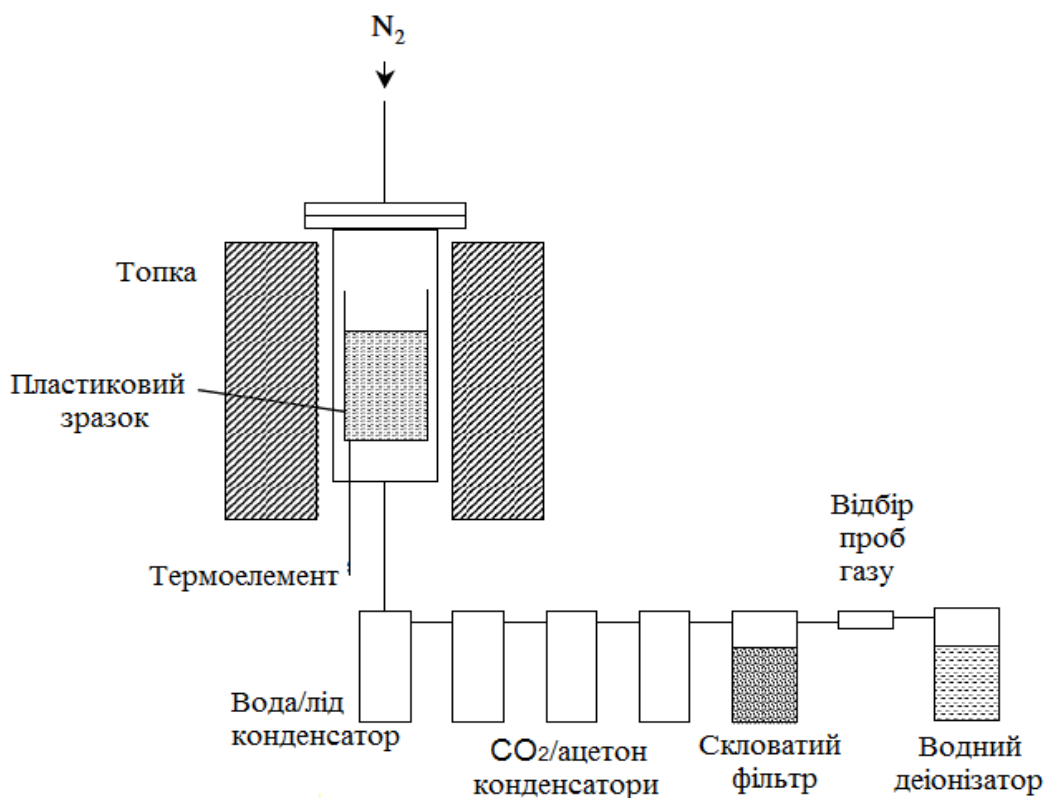


Рис. 3.10 - Принципова схема реактора з нерухомим шаром

батареї і інших деталей. На наступному етапі вони піддаються механічному подрібненню до розміру 1,5 - 2 см² з загальним вмістом відповідних компонентів (табл. 3.22). Причому, виділяється різна кількість продуктів в залежності від типу друкованих плат (табл. 3.23).

Таблиця 3.22 – Відсоткове співвідношення компонентів в штампованих платах різного типу, %

Компонент	Комп'ютери	Телевізори	Мобільні телефони
Метал + скловолокно	32,0	32,1	83,1
Органіка*	68,0	67,0	16,9
Волога	0,0	0,1	0,0

Примітка. *Органіка (органічна електроніка) – похідні вуглецю, що використані для створення схемних плат.

Таблиця 3.23 – Вихід продуктів піролізу подрібнених штампованих плат, %

Продукт	Комп'ютери	Телевізори	Мобільні телефони
Твердий залишок	68,85	60,0	82,2
Масла	22,7	28,45	15,2
Газ	4,7	6,45	2,25
Сума	96,25	94,9	99,65

Більшість плат є багатошаровими (складнокомпонентними), проте деяка частина з них, особливо від телевізорів – одношарові. На відміну від одношарових штампованих плат, до складу багатошарових входить скловолокно.

Найвищий показник виходу – у телефонних плат, а найнижчий – у телевізійних. Це пояснюється наявністю води, що накопичується конденсаторами або була вловлена скловатним фільтром та деякими газами, які не піддались ідентифікації.

Газова складова найбільше представлена в виді CO та CO_2 (табл. 3.24). А відбувається це за рахунок розкладання епоксидних смол та карбонатних наповнювачів в полімерах.

Таблиця 3.24 – Масова частка газових компонентів піролізного газу, %

Компонент	Комп'ютери	Телевізори	Мобільні телефони
Водень (H_2)	4,6	3,2	5,7
Оксид вуглецю (CO)	27,0	21,8	36,1
Діоксид вуглецю (CO_2)	51,0	51,5	45,8
Метан (CH_4)	10,3	14,0	6,4
Етилен (C_2H_4)	0,6	1,1	0,5
Етан (C_2H_6)	1,9	2,7	0,6
Пропілен (C_3H_6)	2,0	1,1	2,7
Пропан (C_3H_8)	1,0	1,6	0,4
Бутен (C_4H_8)	0,8	1,8	1
Бутан (C_4H_{10})	0,5	1,2	0,2
Хлор (Cl)	0	0	0,1
Бром (Br)	0,3	0,1	0,5

Іншим компонентом є бісфенол А ($C_{15}H_{16}O_2$), який міг утворитися з метилової групи та водню.

Твердий піролізний залишок штампованих плат від телефону представлений гнучкими частинами, що легко ламаються. Відокремлення мідної компоненти, скловолокна не представляє великої складності, окрім деяких випадків. Твердий залишок від телевізійних плат відрізняється великою крихкістю та наявністю припою. Залишку штампованих комп'ютерних плат притаманні вище описані характеристики.

Для ідентифікації металів в піролізному залишку, його було спалено в печі до стану золи при температурі 600 °C (табл. 3.25).

Таблиця 3.25 – Вміст металів в піролізному залишку
різного ступеню диспергованості, мг/кг

Метал	Комп'ютери		Телевізори		Мобільні телефони	
	> 600 мкм	< 600 мкм	> 600 мкм	< 600 мкм	> 600 мкм	< 600 мкм
<i>Li</i>	6	13	<5,6	<5,6	13	15
<i>Na</i>	474	1,206	140	554	897	1,197
<i>K</i>	151	519	1,332	697	236	347
<i>Mg</i>	448	1,317	414	4,315	635	947
<i>Ca</i>	25,167	50,647	2,578	24,905	33,901	40,984
<i>Sr</i>	185	658	<5,6	20	334	372
<i>Ba</i>	618	8,050	41	285	10,739	6,786
<i>Cr</i>	42	268	118	787	1,792	139
<i>Mn</i>	372	177	674	592	654	569
<i>Fe</i>	69,729	11,355	159,671	31,461	15,089	5,366
<i>Co</i>	12	<5,6	93	56	64	39
<i>Ni</i>	10,660	1,331	24,338	1,863	13,454	6,870
<i>Cu</i>	242,986	167,105	260,404	185,190	333,228	323,163
<i>Zn</i>	13,139	700	14,695	10,149	1,011	960
<i>Ga</i>	45	27	94	29	210	184
<i>Al</i>	10,479	21,618	3,215	6,426	14,949	18,333
<i>In</i>	<5,6	<5,6	<5,6	<5,6	<5,6	<5,6
<i>Bi</i>	301	77	75	68	<5,6	<5,6
<i>Pb</i>	128,242	21,446	76,900	91,577	1,405	2,495
<i>Cd</i>	8	<5,6	13	<5,6	<5,6	<5,6
<i>Ag</i>	6,458	800	15,020	1,164	8,118	4,125
<i>Sb</i>	<5,6	7	<5,6	12	44	8
<i>Au</i>	6	211	<5,5	<5,6	18	28
<i>Hg</i>	7	6	6	<5,6	12	7
<i>Pd</i>	<5,6	<5,6	<5,6	<5,6	<5,6	<5,6
<i>Ti</i>	19	70	65	90	1,508	708

Для відокремлення металу від порошку використовується сито 600 мкм. Виділену золу гідролізують та аналізують за допомогою мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою.

Сканування зразку електронним мікроскопом показало також наявність *Br*, *C*, *O*, *P*, *Si*, *Sn*.

Кількісна оцінка основних компонентів у продукті піролізу штампованих плат при 800 ° С в реакторі з нерухомим шаром (%) наведена в табл. 3.26.

Таблиця 3.26 – Кількісна оцінка основних компонентів у продукті піролізу штампованих плат при 800 ° С в реакторі з нерухомим шаром, %

Продукт	Комп'ютери	Телевізори	Мобільні телефони
Фенол	25,23	10,06	38,49
2-метилфенол	1,04	1,60	1,07
4-метилфенол	1,45	2,20	0,31
2,6-диметилфенол	0,27	0,50	0,15
2-етилфенол	0,22	0,20	0,24
4-етилфенол	0,47	0,26	0,61
4-(1-метилетил)фенол	8,61	1,26	16,11
Пара-гідроксидифеніл	1,47	0,08	2,87
Бісфенол А	1,38	0,11	0,67
Трифенілфосфат	0,92	4,25	0,09
2-метилфенілфосфат	0,55	0,00	0,00
3-метилфенілфосфат	0,10	0,00	0,00
2,4-дибромфенол	0,03	0,035	0,01
2,6-дибромфенол	0,34	0,56	0,10
Тетрабромбісфенол А	0,0006	0,0013	0,000

Кожне з трьох піролізних масла має різний в масовому співвідношенні. А пов'язано це з типом смоли, що використовується при виробництві плат.

Піроліз не дозволяє повністю відокремити різні фракції відходів штампованих плат. Проте, він не тільки виробляє масла, що містять цінні та надзвичайно небезпечні хімічні речовини, що можуть забруднити НС та нанести непоправної шкоди здоров'ю людини, але й виділяє твердий залишок, який легко може бути в подальшому розділений на скловолокно, метали та органічний матеріал [90].

Іншим методом виділення дорогоцінних металів є гідрометалургійний метод. Він полягає у вивільненні золота шляхом оброблення мідних доріжок кислотою чи розчинами на основі ціаніду з насипним електролітичним осадженням, чи хімічним заміщенням з використанням цинку.

Гідрометалургійні методи дозволяють отримати у залишку більший відсотковий вміст металу, проте вони є потенційно - небезпечними для НС.

Поєднання ж цих методів дозволяє збільшити відсотковий вихід розділених матеріалів, а це забезпечує більш чисті за однорідністю ВМР.

Біометалургійний метод не так добре розвинений і поширений як гідрометалургійний чи пірометалургійний, проте також має перспективу. Він полягає в використанні мікроорганізмів, які використовують метали середовища для внутрішньоклітинних функцій. Для кожного виду організмів характерне використання певного виду металу. Основними напрямками є біологічне вилуговування та біосорбція. За допомогою біологічного вилуговування отримують дорогоцінні метали з руд. Це

означає, що біометалургійний метод можна використовувати як альтернативу іншим методам для вилучення металів з відходів штампованих плат. Проте, ще є потреба в проведенні подальших дослідів та випробувань для вдосконалення технології.

Також проводяться дослідження методів з використанням неорганічних кислот, які на подальших етапах використовують методи концентрованого розділення, екстракції, іонного обміну і т. д.

При використанні механічного розділення присутні проблеми розділення, що, в основному, виникають через поєднання металу з пластиком. Проте, такі методи є більш інертними по відношенню до НС через те, що не використовуються небезпечні хімічні речовини та вони більш вигідні з технологічного сторони.

Технології переробки моніторів з ЕПТ. Процес утилізації моніторів з ЕПТ, як і решти обладнання починається з демонтажу (рис. 3.11). Стравлення вакууму з кінескопу проводять для відвернення небезпечних ситуацій при розділенні на конус і екран, з метою напилення, ніхромовий дріт та лазер.

Технологія лазерного розділення *Panasonic* «Лазерний меч» позбавлена такого недоліку. Потужний лазерний промінь розділяє кінескоп за 50 с, що втричі швидше ніж при використанні ніхромового дроту. «Лазерний меч» самостійно вибирає режим різки та оцінює розмір кінескопу в межах 14-36 дюймів. Дана технологія є повністю автоматичною.

Але така технологія розділення кінескопу призводить до утворення суміші скла різних типів на межі розділення, що потребує ручного очищення.

Після розділення кінескопа витягується внутрішній магнітний екран з маскою, а екран очищають від люмінофора. В результаті утворюється два види скла – свинцеве та барієво-стронцієве. Існують і інші методи розділення скла.

Після подрібнення кінескопів та виділення магнітної фракції, механічно видаляється покриття, скло піддається промиванню водою та сушці. Після сушки подрібнене скло розділяють на свинцеве, барієво-стронцієве та змішане за допомогою повітряного розділення і рентгенофлуоресцентного та ультрафіолетового аналізаторів. Такий метод є пріоритетним у Гонконгу [91].

Американська компанія *Fireclay Tile* запропонувала виробництво скляних плиток з ЕПТ-моніторів. Після подрібнення скла до стану порошку, його переплавляють у печі. На виході отримують темно-сірі скляні плитки [92].

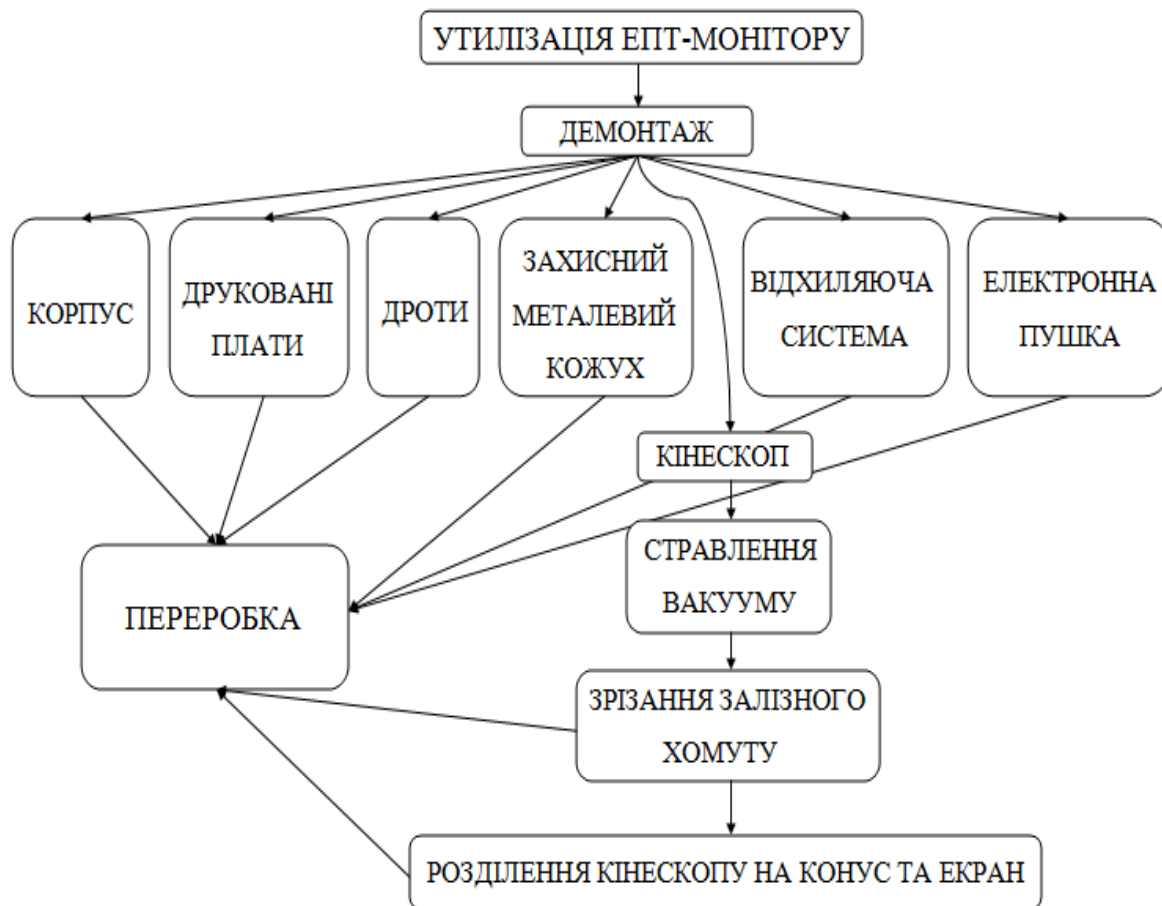


Рис. 3.11 – Схема утилізації монітору з ЕПТ

Технології переробки лазерних картриджів. Ще одним із об'єктів електронних відходів є лазерний картридж. До складу тонера входять ряд хімічних речовин, серед яких полімери, пігменти, сполуки на основі бутилу та ін. Така наявність компонентів вимагає раціонального поводження з картриджами протягом усього життєвого циклу.

Після закінчення ресурсу тонера, картридж можна відновити для подальшої експлуатації або ж одразу направити на переробку (рис. 3.12).

Картридж заправляється до 3-4 разів, після чого проводиться його відновлення (очищення від тонера, зміна зношених деталей, заправка новим тонером). Відновленням картридж піддається 3-4 (тобто 9-16 заправок), після чого, після його повного його зношення, він відправляється на переробку.

Відновленні картриджі мають нижчу вартість, так як вже позбавленні брендової позначки.



Рис. 3.12 – Етапи відновлення та перероблення лазерних картриджів

Після розбирання картриджу відбувається розділення металевої та пластикової фракцій. Перероблений пластик використовується для виробництва нових картриджів, захисних огорож, звукоізоляційних матеріалів і ін.

Переплавлення тонеру проходить при температурі 1000 °С, що гарантує повне знешкодження токсичних речовин [93].

Технології переробки батарейок. Батарейки є однією з причин забруднення ґрунту ВМ на звалищах та полігонах, тому у багатьох країнах, а також в Україні вони віднесені до небезпечних відходів і підпадають під дію окремих законів чи директив.

Перероблення батарейок виконується «мокрим» та «сухим» методами. Так званий «мокрый» метод полягає в залученні до процесу кислоти. Проте через високу собівартість цих реагентів, яка перевищує отримання їх із руди, перевага віддається «сухому» методу. На

українському державному підприємстві «Аргентум» переробка батарейок здійснюється саме таким методом (рис. 3.13).



Рис. 3.13 – Перероблення батарейок «сухим» методом

По різних технологічних групах батарейок сортування виконується в ручному режимі, оскільки переробна сировина надходить на підприємство з терену України незначними партіями. Тому після машинного сортування працівники і сортують нестандартні батарейки. Далі батарейки подрібнюються за допомогою спеціального шредера. На виході з шредера отримують шихту, яка просіюється в вібросепараторі. Насичений хлорними сполуками цинку карбон, що відсіявся, використовується в металургії під час виплавлення металу.

На останньому етапі просіяна шихта направляється в магнітний барабан для розділення заліза та цинку [94].

Розроблення українськими винахідниками технологія переробки батарейок «PlanB» (рис. 3.14) дозволяє отримати цинк, кадмій, марганець, графіт, а також сировину для створення нових гальванічних елементів.

Також побічним продуктом переробки даного процесу є азотне добриво, яке знаходить своє застосування в сільському господарстві.

Після завантаження пальчикових батарейок в піч (1), поліетелентерефталатні оболонки та бітумні ізолятори, розкладаючись до вуглеводнів, згоряють (2), хлорид амонію конденсується в холодильнику-конденсаторі з водою (3), цинк/кадмій після випаровування кристалізуються в холодильнику (4), оксиди марганцю після відновлення до металевого марганцю утворюють марганцевий концентрат (5), з марганцевого концентрату виділяється графіт (6) [95, 96].

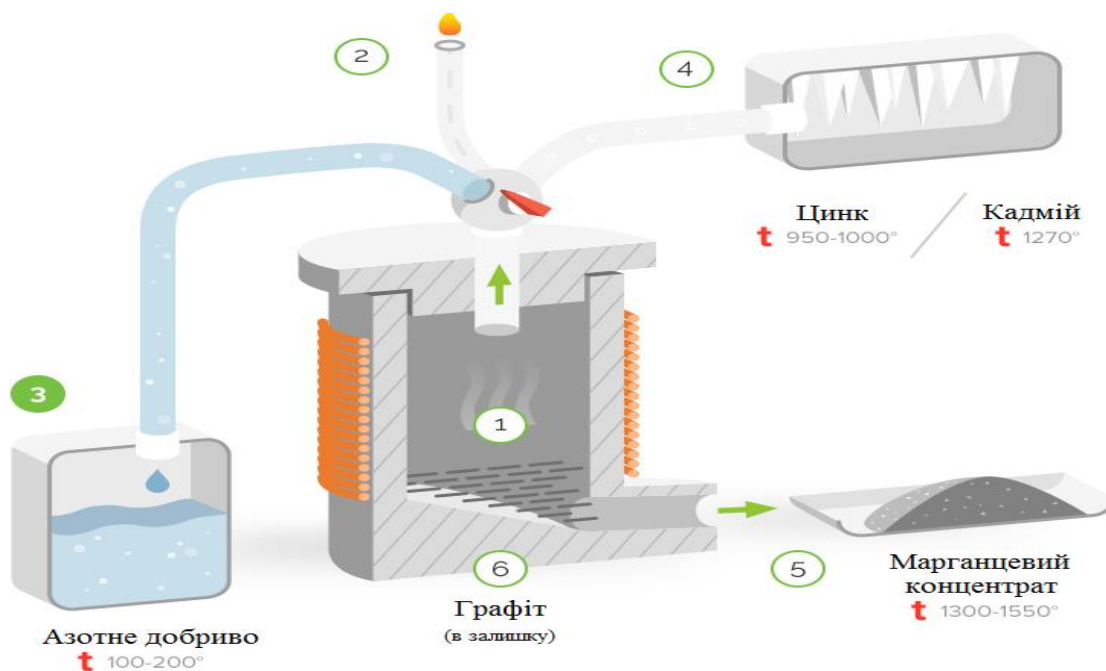


Рис. 3.14 – Одностадійне перероблення батарейок пірометалургічним методом

Нагадаємо, що у монографії О.Р. Губанової [97] розглянуті еколого-економічні аспекти проблеми електронних відходів, а саме, визначені організаційно-економічні інструменти стимулювання зменшення обсягів утворення та накопичення, узагальнені теоретико-методичні засади раціонального використання їх ресурсного потенціалу, розглянуті існуючі стратегії поводження з електронними відходами, наводиться інструментальне забезпечення їх реалізації та засоби впровадження розширеної відповідальності виробника електричного та електронного обладнання.

ПІСЛЯМОВА

Розроблені класифікації твердих побутових відходів та їх небезпечних складових (медичних відходів і відходів електричного та електронного устаткування), а також їх використання у сфері поводження з твердими побутовими відходами, дозволять запобігти негативному впливу цього типу відходів на навколишнє середовище і перевести значну частину в стан вторинних матеріальних ресурсів.

Запропонована класифікація, у якій медичні відходи поділені на відходи лікувально-профілактичних установ гуманітарної і ветеринарної медицини, комунально-побутового сектора, а залежно від їх епідеміологічної небезпеки і складу запропоновані також принципи поводження з ними. Розроблена класифікація є ключовим елементом системи поводження з медичними відходами.

Створення ефективної системи поводження з медичними відходами буде сприяти поліпшенню санітарно-епідеміологічного стану довкілля у регіонах України. Ґрунтуючись на запропонованій нами принциповій схемі класифікації медичних відходів, можна не тільки диференціювати потік медичних відходів, але й обирати шляхи поводження з ними в залежності від їх властивостей. Надзвичайно небезпечні компоненти медичних відходів, ампутовані частини тіла, видалені органи та новоутворення необхідно знищувати; пластмасу, текстиль, гуму, скло, метали, деревину, папір, картон, харчові відходи і т. д. після дезінфекції доцільно утилізувати; непридатні медикаменти, відходи, які містять ртуть та радіоактивні відходи – передавати на промислову переробку тощо.

Для збору, зберігання, транспортування та знищення (утилізації) медичних відходів пропонується система, що включає наступні підсистеми: збирання і зберігання медичних відходів в лікувально-профілактичних установах; транспортування медичних відходів з лікувально-профілактичних установ в спеціалізовані центри; зберігання медичних відходів у таких центрах; знищення медичних відходів; утилізація (поховання) відходів, що утворюються в результаті знищення медичних відходів; технічного забезпечення діяльності всіх ланок системи, пов'язаної з виготовленням тари, експлуатацією транспортних засобів, холодильного обладнання, приладів і т. п. Таку систему управління медичними відходами можливо використовувати, насамперед, для лікувально-профілактичних установ гуманітарної і ветеринарної медицини.

Система поводження з медичними відходами повинна вписуватися в загальну схему диференціації потоків твердих побутових відходів, тобто відокремлення небезпечних відходів, що утворюються в домашньому господарстві і на об'єктах інфраструктури населених пунктів. Далі медичні

відходи повинні бути виокремлені з небезпечної складової потоку твердих побутових відходів та пов'язані з ланками системи поводження з відходами лікувально-профілактичних установ. В іншому випадку, за відсутності сортування твердих побутових відходів у джерел утворення, навряд чи вдасться знешкоджувати або знищувати МВ, що потрапляють у контейнери твердих побутових відходів. У разі впровадження такого підходу до поводження з небезпечними МВ, значна їх частина не буде потрапляти на звалища (полігони) твердих побутових відходів та не завдавати негативного впливу на санітарно-епідеміологічний стан довкілля у регіонах України.

На жаль, в Україні не існує чинного законодавства, яке б регламентувало поводження з відходами електричного та електронного обладнання.

Існуючі на сьогодні технології утилізації відходів електричного та електронного обладнання в Україні достатньо прості і навіть примітивні з технічної точки зору: відділення металевих частин (корпусів, радіаторів, кабелю, обмоток трансформаторів і т. д.) і їх продаж як металобрухту; виплавлення дорогоцінних металів з окремих комплектуючих; піроліз або спалювання горючої складової. При цьому значна частина їх залишається і не піддається подрібнюванню та похованню на полігонах твердих побутових відходів.

До складу відходів електронного обладнання входить багато небезпечних хімічних речовин (полівінілхлорид, бромовані антипірени, важкі метали та їх сполуки, дорогоцінні метали тощо), а також ряд речовин, які можуть бути використані неодноразово. Це вимагає розробки та застосування спеціальної нормативно-правової та технічної складової системи поводження з даним типом відходів.

Запропонована класифікація відходів електричного та електронного обладнання дозволить розробити екологічний життєвий цикл відповідної продукції, який повинен подовжити строк її експлуатації, припинити неконтрольоване потрапляння компонентів електронних відходів у довкілля та сприятиме переводу певної маси відходів до стану вторинних матеріальних ресурсів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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: 21.01.2018 р.).
2. Pichtel John. Waste Management Practices: Municipal, Hazardous, and Industrial: second ed. CRC Press. 2014. 682 p. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Waste_Management_Practices.html?id=bKLAAGAAQBAJ&redir_esc (дата звернення: 11.01.2018 р.).
3. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96. URL: <http://uapravo.net/data/akt53/page1.htm> (дата звернення: 21.01.2018 р.).
4. Статистика отходов. 2013. 107 с. URL: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/ge.33/2013/mtg4/Desk_study_RU.pdf
5. Черп О.М., Винниченко В.Н. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход. Эколайн, ECOLOGIA. 1996. 43 с. URL: www.waste.ru/modules/library/visit.php?cid=6&lid=54 (дата звернення: 21.01.2018 р.).
6. Довідково-методичні настанови щодо застосування ДК 005-96 «Класифікатор відходів». URL: <http://uazakon.com/big/text999/pg1.htm> (дата звернення: 21.01.2018 р.).
7. Довга Т.М. Класифікація побутових відходів як передумова ефективності їх рециклінгу в Україні. *Економічний часопис*. 2011. XXI. №5-6. С. 50-53.
8. Сафранов Т.А., Губанова Е.Р., Шанина Т.П., Кориневская В.Ю. Реализация принципа «нулевых отходов» на муниципальном уровне. Мат. III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. Вінниця: ВНТУ, 2011. Т.1. С.20-23.
9. Сафранов Т.А., Губанова О.Р., Шанина Т.П., Кориневська В.Ю. Підвищення ефективності поводження з окремими складовими загального потоку муніципальних відходів. Мат. II-го Міжнародного конгр. «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування». Львів: ЗУКЦ, 2012. С. 137.
10. Сафранов Т.А., Губанова О.Р., Шанина Т.П., Приходько В.Ю. Класифікація муніципальних відходів як інструмент управління їх потоками. *Поводження з відходами: законодавство, економіка, технології*. К.: Центр екологічної освіти та інформації. 2014. С. 39-42.
11. Сафранов Т.А., Губанова О.Р., Шанина Т.П., Приходько В.Ю. Класифікація твердих муніципальних відходів – передумова формування ефективної системи поводження з їх потоками. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2014. № 18. С. 32-37.

12. А.с. Класифікація муніципальних відходів/ Т.П. Шаніна, Т.А Сафранов, О.Р. Губанова, В.Ю. Приходько. № 56128 від 20.08.2014.

13. Совершенствование системы управления твердыми бытовыми отходами в Донецкой области Украины. Состав твердых бытовых отходов URL: <http://granik.com.ua/files/Sostav%20TBO.pdf> (дата звернення: 20.01.2018 р.).

14. Про затвердження Правил надання послуг з вивезення побутових відходів. Постанова КМУ від 10 грудня 2008 р. № 1070 URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1070-2008-%D0%BF>(дата звернення: 20.01.2018 р.).

15. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Губанова О.Р., Приходько В.Ю. Небезпечна складова твердих побутових відходів: класифікація та проблема поводження. Мат. V-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 2015. С. 27.

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

17. 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.

18. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Приходько В.Ю. Класифікація небезпечної складової твердих побутових відходів – передумова формування системи поводження з ними в регіонах України. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*. 2017. №1-2 (27). С. 130-135.

19. Medical waste management // ICRC. 2011. 164 p. URL: <https://www.icrc.org/eng/assets/files/publications/icrc-002-4032.pdf> (дата звернення: 21.01.2018 р.).

20. Закон України «Про приєднання України до Базельської конвенції про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх видаленням» від 1 липня 1999 р. № 803-XIV.

21. 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.).

22. Санітарні правила і норми (СанПіН 2.1.7.728-99). Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений. М. 2010. 12 с. URL: http://medothod.ru/_mod_files/ftpfiles/medicinskie-othody-SanPin-2-1-7-2790-10-LPU.pdf (дата звернення: 15.01.2018 р.).

23. Санитарные правила и нормы (СанПіН 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: 20.01.2018 р.).

24. Гуріна І.В. Аналіз сучасних підходів до класифікації медичних відходів в Україні. *Ліки України*, 2014. №4 (21). С. 51-54.

25. 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.

26. 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.

27. Отходы учреждений здравоохранения: современное состояние проблемы, пути решения / Под ред. Л.П. Зуевой. СПб. 2003. 43 с.

28. Сафранов Т.А., Шанина 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.

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

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

31. Директива 2012/19/ЄС від 4.07.2012 про відходи електричного та електронного обладнання // *Офіційний Вісник ЄС* 24.7.20. 50 с.

32. Сафранов Т.А., Шанина Т.П., Бучка А.В. Электронная часть муниципальных отходов. Мат. 5-ой Межд. научно-техн. конф. «Техника и технология совр. нефтехим. и нефтегазового производства. Омск., 2015. С. 187-188.

33. А.с. Класифікація відходів електричного та електронного обладнання/ Т.П. Шанина, Т.А. Сафранов, А.В. Бучка, В.Ю. Приходько. № 66833 від 21.07.2016.

34. Самойленко Н.М. Проблеми визначення класів небезпеки неякісних лікарських засобів. URL: <http://waste.ua/cooperation/2011/theses/samoylenko.html> (дата звернення: 29.01.2018 р.).

35. Утилизация медотходов. URL: <http://steriliz.narod.ru/06util.htm> (дата звернення: 30.01.2018 р.).

36. 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.

37. Мироненко О.В. и др. Применение ГИС-технологий для создания системы обращения с медицинскими отходами классов Б и В в Санкт-Петербурге. *Поликлиника*. №6. 2013. С. 60-66. URL: <http://www.poliklin.ru/imagearticle/201306/60-66.pdf> (дата звернення: 30.01.2018 р.).

38. Панченко Т.І., Сафранов Т.А. Оцінка кількості і складу відходів лікувально-профілактичних установ Одеської області// Мат. IV Міжн. наук. конф. молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона нав. с-ща та збаланс. природокористування». - Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2015. С.31-33.

39. Сафранов Т.А., Шаніна Т.П., Бучка А.В., Панченко Т.І. Кількісна характеристика небезпечної складової твердих муніципальних відходів в Одеській області/ Зб. матеріалів 6-го Міжнародного екологічного форуму «Чисте місто. Чисте річка. Чиста планета. Херсон, 2015. С. 66-72.

40. 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.

41. Порівняльні техніко-економічні характеристики з аналогічними установками імпортного і вітчизняного виробництва. URL: <http://www.euro-medic.ab-host.ru/sravn.html> дата звернення: 31.01.2018 р.).

42. ТТ-експрес. СВЧ–установка УОМО-01/150-«О-ЦНТ». URL: <http://www.tt-expert.ru/tech/svh.php>)/ (дата звернення: 31.01.2018 р.).

43. Інсинератори серії ІН-50 для термічного знищення відходів. URL: <http://eco-centr.narod.ru/insinerator.html> (дата звернення: 31.01.2018 р.).

44. 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: 30.01.2018 р.).

45. Hall, W.J and Williams, P.T Separation and recovery of materials from scrap printed circuit boards. *Resources, Conservation and Recycling*, 51 (3). 2007. PP. 691-709.

46. Гофман В.Р., Попов А.А. К вопросу об управлении отходами потребления электронной техники в системе экологического менеджмента в Российской Федерации PDF. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия»*. Вып. 3, №11(187). 2010. С.44-51.

47. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services, Public Health Service. 1995.

48. Liu G, Niu Z, Van Niekerk D, Xue J, Zheng L., Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from coal combustion: emissions, analysis and toxicology, *Rev Environ Contam Toxicol*. Vol. 192. 2008, PP. 1–28.

49. Jinhui L, Huabo D, Pixing S, Heavy metal contamination of surface soil in electronic waste dismantling area: site investigation and source-apportionment analysis , Waste Manag Res . Vol. 29. 2011. PP. 727–738.

50. Сучасний стан політики поводження з електронними відходами в Україні та Європейському Союзі: кроки до зближення. Огляд, підготовлений в рамках проекту «Громадське лобіювання впровадження в Україні європейських підходів до вирішення проблеми електронних відходів» за підтримки Міжнародного фонду «Відродження». URL: <http://www.mama-86.org.ua/index.php/uk/chemsec/chemsec-news/495-2013-05-13-14-49-16.html>

51. Россия превратится в свалку мобильных телефонов? URL: <http://www.new-garbage.com/?id=11471&page=1#.VjVTK9LhC01>, , Society for Environment Education Research And Management (SEERAM). Proceedings of National Seminar on E-Waste: Sustainability & Management - July 28, 2013.

52. ТОВ «Росконтакт» / предприятие по переработке отходов, содержащих драгоценные металлы. URL: <http://roskontakt.ru/informatsiya/2013-05-10-09-53-40/73-o-pokupke-radiodetalej-i-plat.html>

53. Масленников А. Вторичное использование электроники. URL: <http://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=127>

54. Філатов Л.Г., Сидоренко С.В., Кононенко О.С. Поводження з електронними відходами в Україні. Аналіз проблеми та шляхи вирішення URL:http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/vcpi/NRvST/2012_34/Sodergan.pdf

55. Компьютеры – это, в сущности, мусор / Отраслевой портал. URL: <http://www.waste.ru/modules/news/article.php?storyid=605> (дата звернення: 20.01.2018 р.).

56. Ирина Курганова. И на хламе можно подзаработать. URL: http://www.novaja.lv/portals/vietejas/raksts.html?xml_id=6029&order=asc(дата звернення: 20.01.2018 р.).

57. Утилизация ЭЛТ-мониторов и телевизоров. URL: <http://www.pvsm.ru/budushhee-zdes/31417>(дата звернення: 20.01.2018 р.).

58. Утилизация жидкокристаллических и плазменных дисплеев URL: <http://geektimes.ru/post/167883/> (дата звернення: 20.01.2018 р.).

59. Конструкция и принцип работы панели ЖК-монитора. URL: <http://lcdtech.info/data/lcd.panel.htm> (дата звернення: 20.01.2018 р.).

60. Польовий транзистор, який використовує оксидну плівку для передачі інформації, і спосіб його виготовлення. URL: <http://findpatent.com.ua/patent/240/2400865.html>] (дата звернення: 20.01.2018 р.).

61. Влияние тонера на организм человека URL: <http://www.orgprint.com/wiki/lazernaja-pechat/vlijanie-tonera-na-organizm-cheloveka>(дата звернення: 20.01.2018 р.).
62. Головне управління статистики у Вінницькій області. [URL: <http://gurs.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
63. Головне управління статистики у Волинській області. URL: <http://www.lutsk.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
64. Головне управління статистики у Дніпропетровській області. URL: <http://www.dneprstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
65. Головне управління статистики у Донецькій області. URL: <http://www.donetskstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
66. Головне управління статистики у Житомирській області. URL: <http://www.zt.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
67. Головне управління статистики у Закарпатській області. [URL: <http://www.uz.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
68. Головне управління статистики у Запорізькій області. URL: <http://www.zp.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
69. Головне управління статистики в Івано-Франківській області. URL: www.ifstat.gov.ua (дата звернення: 20.12.2017 р.). (дата звернення: 20.12.2017 р.).
70. Головне управління статистики у Київській області. URL: <http://www.kievobl.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
71. Головне управління статистики у Кіровоградській області. URL: <http://www.kr.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
72. Головне управління статистики у Луганській області. URL: <http://lg.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
73. Головне управління статистики у Львівській області. [URL: <http://www.lv.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
74. Головне управління статистики у Миколаївській області. URL: <http://www.mk.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
75. Головне управління статистики в Одеській області. URL: <http://www.od.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
76. Головне управління статистики у Полтавській області. URL: <http://www.pl.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
77. Головне управління статистики у Рівненській області. URL: <http://www.rv.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
78. Головне управління статистики у Сумській області. URL: <http://www.sumy.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
79. Головне управління статистики у Тернопільській області. URL: <http://www.te.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
80. Головне управління статистики у Харківській області. URL: <http://kh.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).

81. Головне управління статистики у Херсонській області. URL: <http://www.ks.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
82. Головне управління статистики у Хмельницькій області. URL: <http://www.km.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
83. Головне управління статистики у Черкаській області. URL: <http://www.ck.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
84. Головне управління статистики у Чернівецькій області. URL: <http://www.cv.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
85. Головне управління статистики у Чернігівській області. URL: <http://www.chernigivstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
86. Головне управління статистики у м. Києві. URL: <http://www.kiev.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
87. Литвинова А. Как осуществляется переработка электроники? URL: <http://nature-time.ru/2015/03/kak-osushhestvlyaetsya-pererabotka-elektroniki/> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
88. Филков С.В, Ахпашев М.В. Экологические проблемы, связанные с утилизацией средств электроники. URL: file:///C:/Users/Timur/Downloads/s24_021.pdf (дата звернення 29.01.2018 р.)
89. Медведев А., Арсентьев С. Утилизация продуктов электроники. *Компоненты и технологии*. № 10. 2008. URL: http://kit-e.ru/articles/device/2008_10_153.php (дата звернення: 20.12.2017 р.).
90. Hall, W.J and Williams, P.T (2007) Separation and recovery of materials from scrap printed circuit boards. *Resources, Conservation and Recycling*. 51 (3). 2007. PP. 691-709.
91. «Лазерный меч» Panasonic. URL: http://www.panasonic.ru/press_center/news/detail/352952. (дата звернення: 20.12.2017 р.).
92. Технологія переробки старих моніторів на плитку. URL: <http://zodchestvo.info/noukhau/tekhnologiya-pererobki-starikh-monitoriv-v-plitku> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
93. Способы утилизации лазерных картриджей. URL: <http://www.orgprint.com/wiki/lazernaja-pechat/sposoby-utilizacii-lazernyh-kartridzhej> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
94. Утилизация батареек на львовском заводе "Аргентум". URL: <http://eco-util.com/utilizacija-batareek-na-lvovskom-zavode-dp-argentum> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
95. Plan В. Технологія з переробки батарейок. URL: <http://blog.i.ua/user/4363749/1722599/> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
96. Одностадійна переробка батарейок пірометалургічним методом URL: <http://planbrecycling.com/#setup> (дата звернення: 20.12.2017 р.).
97. Губанова О.Р. Електронні відходи: теорія та практика поводження: монографія. Одеса: «ТЕС», 2014. 120с.

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БЕЕО – відходи електричного і електронного обладнання
ВМ – важкі метали
ВМП – вироби медичного призначення
ВМР – вторинні матеріальні ресурси
ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я
ГДК – гранично допустима концентрація
ДСП – деревно-стружкові плити
ДСТУ – Державний стандарт України
ЖКГ – житлово-комунальне господарство
ЕПТ – електро-променева трубка
КВ – класифікатор відходів
КМУ – Кабінет Міністрів України
КПС - комунально-побутовий сектор
ЛЗ – лікарський засіб
ЛПЗ – лікувально-профілактичний заклад
ЛПУ - лікувально-профілактичні установи
МВ – медичні відходи
МКІВ – Міжнародний код ідентифікації відходів
НДІ – науково-дослідний інститут
НПС – навколишнє природне середовище
НС – навколишнє середовище
ОЕСР – організація економічного співробітництва та розвитку
ПВМР – потенційні вторинні матеріальні ресурси
ПВХ – полівінілхлорид
ПЕН – поліетиленнафталат
ПЕТ – поліетелентерефталат
РК – рідкі кристали
СанПіН - санітарні правила і норми
СОЗР – стійкі органічні забруднювальні речовини
СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини
ТМВ – тверді муніципальні відходи
ТПВ – тверді побутові відходи
ЮНЕП – Програма ООН з навколишнього середовища
ABS – акрилонітрил-бутадієн-стирол
PCBs – поліхлорбіфеніли
PCTs – поліхлортерфеніли
PE – поліетилен
PP – поліпропілен
PVC – полівінілхлорид
PS – полістирол