

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
ІНСТИТУТ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УТИЛІЗАЦІЇ ТА РЕКУПЕРАЦІЇ ТВЕРДИХ ПРОМИСЛОВИХ ТА ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Навчальний посібник

(для студентів напрямку 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування»,
спеціальності 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»)

Сєверодонецьк
2018

УДК 628.4 (075.8)

T-38

Рекомендовано Вченою радою Інституту хімічних технологій
Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля
(протокол № 10 від 29 червня 2017 р.)

Рецензенти:

- С. О. Кондратов*, доктор хімічних наук, професор, Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк);
М. А. Глікін, доктор технічних наук, професор, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Северодонецьк)

Технологічні основи утилізації та рекуперації твердих промислових та побутових відходів : навчальний посібник (для студентів напряму 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», спеціальності 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища») / Рубан Е.В., Островка М.В., Куцька Н.Б., Соколенко Н.М., Будрик О.І. ; під загал. ред. проф. Попова Є.В. — Северодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2018. — 312 с.

ISBN 978-617-11-0101-2

У навчальному посібнику розглянуті загальні основи утилізації, рекуперації, управління та поводження з відходами, економіки природокористування, екологічного менеджменту, а також їх практичне застосування для студентів як екологічних, так і економічних напрямів підготовки. Таке об'єднання допоможе студентам не тільки оволодіти теоретичними знаннями, але й набути вміння та навичок у вирішенні задач узагальненої характеристики можливих методів переробки, очистки та утилізації відходів; застосовування теоретичних знань та практичних навичок у вирішенні основних екологічних проблем, прийняття рішень в управлінні природокористування, вибору засобів та шляхів поводження з відходами, формування комплексної програми раціонального природокористування.

УДК 628.4 (075.8)

© Рубан Е. В., Островка М. В., Куцька Н. Б.,
Соколенко Н. М., Будрик О. І., Попов Є. В.,
2018

© Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, 2018

ISBN 978-617-11-0101-2

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. Основні нормативні, методологічні та технологічні питання у сфері поводження з небезпечними твердими відходами	9
1.1. Сучасна екологічна ситуація та основні методологічні, нормативні та технологічні відомості з питань поводження з небезпечними твердими відходами.....	9
1.2. Критерії оцінки відходів. Основні вимоги до зберігання відходів. Класифікація та нормування збору промислових відходів (ПВ).....	14
1.3. Сучасні засоби утилізації та знешкодження ПВ та забруднень	24
1.4. Джерела, класифікація та основні засоби переробки твердих відходів.....	27
1.5. Методи зберігання відходів промисловості.....	33
1.6. Термічне знешкодження токсичних промислових відходів	39
1.7. Розробка маловідхідних і безвідхідних технологій і методів комплексного використання відходів видобувної промисловості, паливно-енергетичного комплексу, металургії, хімічного комплексу	44
Питання для самоконтролю	53
Бібліографічний список.....	54
Основна використана література	54
Література, рекомендована для поглибленого вивчення курсу.....	55
2. Класи небезпеки відходів, що утворюються в процесі виробничої діяльності промислових підприємств та методи їх визначення	57
2.1. Визначення індексу точності та класу небезпеки відходів розрахунковим методом.....	58
2.2. Визначення індексу токсичності відходів та класу їх небезпеки розрахунковим методом за ГДК в ґрунті.....	59
2.3. Приклади розрахунків визначення класу небезпеки відходів	61
2.4. Висновки.....	67
Додаткова інформація до розділу 2.....	68
Питання до самоконтролю.....	72
Бібліографічний список.....	72
3. Технологія утилізації промислових відходів та забруднень	74
3.1. Переробка відходів сірчаноокислотних виробництв. Переробка відходів промисловості фосфорних та калійних добрив, кальцинованої соди.....	74
3.2. Обробка та утилізація відходів пластмас, легкозаймистих рідин, лакофарбних жирових відходів.....	88
3.3. Утилізація відходів деревини, картону та паперу	108
3.4. Переробка відходів гуми.....	112

3.5. Обробка та утилізація відходів гальванічних виробництв. Вторинне застосування металів та сплавів	115
3.6. Утилізація відходів склобою та скловолокна, шлаків, золи та горілої землі	129
3.7. Знешкодження та утилізація відходів фенолу	137
3.8. Загальні відомості про обробку нафтових відходів. Класифікація нафтовмісних відходів і забруднень	138
3.8.1. Основні методи знешкодження та переробки нафтовідходів	143
3.8.2. Утилізація нафтовідходів у промисловості будівельних матеріалів, на транспорті та в народному господарстві	151
3.8.3. Основні методи регенерації відпрацьованих мінеральних масел	153
3.8.4. Обробка мастильно-охолоджувальних рідин і масляних емульсій	156
3.8.5. Обробка та утилізація кислих гудронів	159
3.8.6. Обробка шламів нафтопереробних заводів	160
3.9. Централізоване знешкодження та утилізація промислових відходів (ПВ) та забруднень	161
3.9.1. Збирання та транспортування відходів та забруднень	161
3.9.2. Складування та захоронення промислових відходів (ПВ) на звалищах, полігонах твердих побутових відходів (ТПВ), у поверхневих та підземних сховищах	164
3.9.3. Спалювання промислових відходів та побутового сміття	173
3.10. Переробка та утилізація промислових відходів згідно з повною заводською технологією	175
Питання для самоконтролю	185
Бібліографічний список	185
Основна використана література	185
Література, рекомендована для поглибленого вивчення курсу	186
4. Обробка та утилізація твердих побутових відходів (ТПВ) та забруднень на спеціалізованих полігонах. Розрахунок та експлуатація полігонів ТПВ	188
4.1. Полігонне поховання відходів. Загальні положення	188
4.2. Розрахунок накопичення ТПВ	201
4.3. Вибір засобів знешкодження і утилізації ТПВ	206
4.4. Визначення та розрахунок системи збору і вилучення ТПВ	206
4.5. Вибір ділянки під полігон	212
4.6. Експлуатація полігонів, рекультивация і використання ділянок закритих полігонів	217
4.6.1. Експлуатація полігону ТПВ	217
4.6.2. Рекультивация і використання ділянок закритих полігонів	223
4.7. Оцінка впливу полігону ТПВ на навколишнє середовище	224
4.8. Розробка і обґрунтування типу конструкцій санітарно-захисних смуг (СЗС)	230
Питання для самоконтролю	234
Бібліографічний список	234
Основна використана література	234
Література, рекомендована для поглибленого вивчення курсу	235

5. Державне управління та система контролю у сфері поводження з відходами виробництва та споживання.....	237
5.1. Основні напрями державної політики щодо відходів.....	237
5.2. Державне управління у сфері поводження з відходами.....	240
Питання для самоконтролю.....	249
Бібліографічний список.....	249
Основна використана література.....	249
Література, рекомендована для поглибленого вивчення курсу.....	249
6. Нормативно-правова база та нормування в сфері поводження з відходами.....	250
6.1. Нормативно-правова база в сфері поводження з відходами.....	250
6.2. Нормування збору промислових відходів.....	259
6.3. Облік і прогнозування промислових відходів та забруднень.....	264
Питання для самоконтролю.....	268
Бібліографічний список.....	268
Основна використана література.....	268
Література, рекомендована для поглибленого вивчення курсу.....	269
7. Екологічний менеджмент і управління відходами.....	271
7.1. Еколого-економічна проблема відходів виробництва і споживання.....	271
7.2. Визначення розміру платежів за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі.....	278
7.3. Основні принципи економічного регулювання забруднення природного середовища.....	285
7.4. Управління відходами на місцевому рівні.....	287
7.5. Організація управління відходами на регіональному рівні.....	290
7.6. Геоінформаційні системи в управлінні відходами.....	302
Питання для самоконтролю.....	304
Бібліографічний список.....	305
Основна використана література.....	305
Література, рекомендована для поглибленого вивчення курсу.....	305
Висновки.....	307
Предметний покажчик.....	309

ВСТУП

*Людство не загине в атомному кошмарі —
воно задихнеться у власних відходах.*

Нільс Бор

Природа — цілісна система з безліччю збалансованих зв'язків. Порушення цих зв'язків приводить до змін в усталеній у природі кругообіг речовин та енергії. Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини — невід'ємна умова сталого економічного та соціального розвитку нашої держави. З цією метою, відповідно до вимог Конституції, Україна здійснює на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, захисту життя і здоров'я населення від негативного впливу, зумовленого забрудненням навколишнього природного середовища, досягнення гармонійної взаємодії суспільства і природи, охорону, раціональне використання і відтворення природних ресурсів [1]. Основні положення цієї політики знайшли відображення у Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища». Цей Закон визначає правові, економічні та соціальні основи організації охорони навколишнього природного середовища в інтересах нинішнього і майбутніх поколінь [2].

Розвиток промисловості викликав серйозні негативні зміни в кругообігах різних речовин. У цей час в результаті утворення великої кількості відходів промислового, сільськогосподарського та побутового походження порушуються умови, які дозволяли природі в минулому успішно справлятися з утилізацією відходів за допомогою бактерій, води, повітря та сонячного світла. Виробнича і побутова діяльність людини неминуче пов'язана з утворенням відходів, які утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення (ст. 1 Закону України «Про відходи») [3]. Іншими словами, відходи — це всі види залишків виробництва та споживання, залишки, що виникають внаслідок техногенних чи природних катастроф. Якщо газоподібні й рідкі відходи порівняно швидко поглинаються природним середовищем, то асиміляція твердих відходів (ТВ) триває десятки й сотні років. Місця складування відходів за-

ймають величезні території. Щорічно в Україні, за даними Комітету ВР по екологічній політиці, утворюється близько 37 млн. м³ (приблизно 7,5 млн. т) тільки твердих побутових відходів (ТПВ). З них 200-300 тис. т (2,5–3%) спалюється на двох діючих сміттєспалювальних заводах у Києві та Дніпропетровську. Інше складується на 3100 зареєстрованих санітарних полігонах. Усього у країні їх накопичилось до 30 млрд. т. Полігони займають територію більше 150 тис. га. Крім того, у зв'язку з низьким рівнем технологічних процесів у виробництві, обсяг утворення промислових відходів в Україні в 6,5 рази вищий ніж у США і в 3,2 рази вищий ніж у країнах ЄС [4].

Навчальний посібник — перша спроба створення навчально-методичного видання, яке об'єднало у собі як теоретичні основи утилізації, рекуперації, управління та поводження з відходами, економіки природокористування, екологічного менеджменту, а також їх практичного застосування для студентів як екологічних, так і економічних напрямів підготовки. Таке об'єднання допоможе студентам не тільки оволодіти теоретичними знаннями, але й набути вмінь та навичок у вирішенні наступних задач:

- надання узагальненої характеристики можливих методів переробки, очистки та утилізації відходів; застосування теоретичних знань та практичних навичок у вирішенні основних екологічних проблем;
- проведення загальної екологічної оцінки діючої технології виробництва;
- виконання попереднього розрахункового аналізу небезпечності відходів;
- вибору засобів та шляхів поводження з відходами;
- розрахунку накопичення промислових та побутових відходів;
- аналізу та обґрунтування ефективних способів поводження з відходами;
- оцінки еколого-економічного становища регіону, підприємства, виробництва;
- розрахунку основних економічних показників природокористування та охорони навколишнього середовища;
- планування економічної ефективності від природоохоронних заходів;
- формування комплексної програми раціонального природокористування;
- формування основних позицій бізнес-плану природоохоронної та ресурсозберігаючої діяльності;
- прийняття рішень в управлінні природокористуванням;
- визначення порушення та відповідальності за нього в природокористуванні;

- розрахунку основних збитків довкіллю, що наносить йому підприємство в результаті своєї виробничої діяльності;
- формування основних природоохоронних заходів підприємства та розрахунку їх ефективності;
- проведення екологічної оцінки господарської діяльності підприємства при прийнятті рішень;
- формування і проведення екологічної експертизи проекту (комплексної програми) еколого-економічної безпеки підприємства.

Промислово розвинені країни давно усвідомили загрози екологічних катастроф від діяльності людини й досить успішно справляються з заходами по їх попередженню або ліквідації наслідків. Велику роль у цій справі відіграє підготовка висококваліфікованих спеціалістів в різних галузях екології, економіки та ін.

1. ОСНОВНІ НОРМАТИВНІ, МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ТВЕРДИМИ ВІДХОДАМИ

1.1. Сучасна екологічна ситуація та основні методологічні, нормативні та технологічні відомості з питань поводження з небезпечними твердими відходами

Світова стратегія стосовно відходів цивілізації сьогодні така: їх частина, що не переробляється, та підлягає глибокому захороненню, повинна становити не більше 10 відсотків. Все інше, на думку експертів, цілком можна повернути в сферу виробництва. Метал, пластмаса, скло, гума, дерево, папір, камінь, цегла — усе це найцінніша й, до речі, дешева сировина, яку можна повторно використати для виготовлення безлічі товарів найрізноманітнішого призначення. Хоча фактичні цифри переробки відходів поки що не збігаються з ідеалом, але Європа, Америка і Японія впевнено до нього наближаються. Усього 15 років тому європейці були здатні переробляти лише 40 відсотків відходів. Зараз у країнах ЄС переробляється 70% промислових і 95% сільськогосподарських відходів. Країнам Східної Європи, що вступили в співтовариство, умови ставляться досить тверді. Наприклад, Угорщина, в якій щорічно утворюється біля 70 млн. тонн відходів у рік, зобов'язана в самий короткий термін налагодити переробку, щонайменше, половини цієї кількості.

На жаль, ситуацію, що склалася в Україні, не можна порівняти навіть із ситуацією в країнах — нових членах ЄС. Ми не переробляємо і двадцятої частки своїх відходів. Із усіх можливих шляхів наша країна вибрала самий порочний в економічному, екологічному й етичному відношеннях: своє сміття в більшості випадків ми просто звалюємо [4].

Наука і техніка початку третього тисячоліття розвивається в темпах геометричної прогресії. Не є виключенням і промисловість, як одна із самих масштабних сфер діяльності людини. Подібного роду тенденція поширилася в усьому світі і вже майже захопила всі слаборозвинені в минулому країни. Україна володіє одним з могутніх у світі промисловим потенціалом, що дістався їй у спадщину від Радянського Союзу, після розпаду якого до тепер промисловість нашої країни не оправилася повною мірою. Незважаючи на це, промисловість України, так чи інакше, розвивається все більш стабільно й цілеспрямовано. Але у зв'язку з не бездоганністю технологіч-

них процесів на даному етапі розвитку неминучий негативний вплив промисловості на навколишнє середовище, в тому числі промислових відходів як компонента даного впливу. Щорічно в усьому світі й у нашій країні мільярди тонн твердих, пастоподібних, рідких, газоподібних відходів надходять в біосферу, наносячи тим самим непоправні втрати природи.

У глобальних масштабах змінюється кругообіг води та газовий баланс у атмосфері. Величезна кількість видів живих істот піддані впливу небезпечних речовин, у тому числі на генетичному рівні. Це є причиною враження цілого ряду, а може й безлічі поколінь організмів. Стало очевидним, що люди також не застраховані від наслідків своєї безтурботності і безвідповідального відношення до природи. Так, лише через кілька десятиліть після створення великих промислових вузлів, на яких проводився недостатньо, або не проводився зовсім контроль за викидами токсичних відходів у біосферу, в їх околицях почали народжуватися діти з очевидними мутаціями. Якщо люди здатні подбати про себе, то тварини і рослини самі на це не здатні. Тому необхідно ретельно стежити за розвитком і життєдіяльністю організмів у зонах прямого й непрямого впливу на них промислових підприємств і суміжних з ними об'єктів. Незважаючи на тривалість та велику кількість досліджень в сфері екологічно чистого виробництва, проблема утилізації і переробки промислових відходів залишається актуальною і дотепер [5, 6].

В нашій державі ці питання регламентуються Законом України «Про відходи» із змінами про сортування відходів [3]. Цей Закон визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності, пов'язаної із запобіганням або зменшенням обсягів утворення відходів, їх збиранням, перевезенням, зберіганням, обробленням, утилізацією та видаленням, знешкодженням та захороненням, а також з відверненням негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини на території України.

Відходи являють собою побічні продукти промислового виробництва і споживання, що виділяються в процесі виробництва основних видів продукції та характеризуються певними фізико-хімічними властивостями. Відходи виробництва і споживання, придатні для переробки в товарну продукцію, належать до вторинних матеріальних ресурсів (ВМР). Нижче приводиться розшифрування основної термінології, яка використовується при розгляді питань, пов'язаних з поводженням та переробкою відходів.

Відходи — будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення.

Небезпечні відходи — відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я

людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними.

Виробник відходів — фізична або юридична особа, діяльність якої призводить до утворення відходів.

Поводження з відходами — дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення.

Збирання відходів — діяльність, пов'язана з вилученням, накопиченням і розміщенням відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах, включаючи сортування відходів з метою подальшої утилізації чи видалення.

Зберігання відходів — тимчасове розміщення відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах (до їх утилізації чи видалення).

Оброблення (перероблення) відходів — здійснення будь-яких технологічних операцій, пов'язаних із зміною фізичних, хімічних чи біологічних властивостей відходів, з метою підготовки їх до екологічно безпечного зберігання, перевезення, утилізації чи видалення.

Перевезення відходів — транспортування відходів від місць їх утворення або зберігання до місць чи об'єктів оброблення, утилізації чи видалення.

Транскордонне перевезення відходів — транспортування відходів з території, на/або через територію України, на територію або через територію іншої держави.

Утилізація відходів — використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів.

Видалення відходів — здійснення операцій з відходами, що не призводять до їх утилізації.

Знешкодження відходів — зменшення чи усунення небезпечності відходів шляхом механічного, фізико-хімічного чи біологічного оброблення.

Захоронення відходів — остаточне розміщення відходів при їх видаленні у спеціально відведених місцях чи на об'єктах таким чином, щоб довгостроковий шкідливий вплив відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини не перевищував установлених нормативів.

Об'єкти поводження з відходами — місця чи об'єкти, що використовуються для збирання, зберігання, оброблення, утилізації, видалення, знешкодження та захоронення відходів.

Спеціально відведені місця чи об'єкти — місця чи об'єкти (місця розміщення відходів, сховища, полігони, комплекси, споруди, ділянки над тощо), на використання яких отримано дозвіл спеціально уповноважених органів на видалення відходів чи здійснення інших операцій з відходами.

Україна належить до числа країн з найбільш високими абсолютними обсягами утворення та накопичення промислових відходів. Домінують при цьому відходи гірничодобувної промисловості. Щороку на підприємствах України утворюється близько 100 млн. т токсичних відходів, які містять шкідливі для здоров'я людини важкі метали (хром, свинець, нікель, кадмій, ртуть). Переважно це відходи підприємств чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості, машинобудування. Серйозною стала проблема побутових відходів. У населених пунктах країни щороку накопичується близько 39 млн. кубометрів твердих побутових відходів, а це близько 10 млн. т, які захоронюються на 3 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею всього 3 тис. гектарів. Потужності значної кількості таких полігонів майже вичерпали свій ресурс і стали фактором антропогенного навантаження на довкілля. У цілому під териконами, шламосховищами, відвалами і різними звалищами перебуває понад 160 тис. гектарів землі. Ці відходи є істотним фактором засмічення, зараження і забруднення навколишнього природного середовища. Для запобігання негативному впливу на навколишнє природне середовище чинне законодавство встановлює спеціальний правовий режим поводження з відходами та поділяє всі відходи відповідно до системи класифікації відходів на *види, групи та класи*. Закон України «Про відходи» з їх числа виділяє **небезпечні відходи** — такі відходи, фізичні, хімічні чи біологічні характеристики яких створюють чи можуть створити в майбутньому значну небезпеку для довкілля та здоров'я людини та які потребують спеціальних методів та засобів поводження з ними. За характером вмісту в них шкідливих речовин небезпечні відходи поділяють на **токсичні, вибухові, вогнебезпечні, радіоактивні** тощо. За сферою утворення виділяють **промислові і побутові відходи** (перші, у свою чергу, поділяються на відходи виробництва та споживання); залежно від фізичного агрегатного стану, в якому вони перебувають, виділяють **газоподібні відходи, рідинні, тверді, сумішеві** тощо.

За ступенем шкідливого впливу на довкілля та людину небезпечні відходи поділяють на класи (I–IV): надзвичайно небезпечні; високо небезпечні; помірно і мало небезпечні. Клас безпеки визначається токсичністю промислових відходів. **Токсичними** є відходи, які у разі попадання в організм через органи дихання, травлення або крізь шкіру здатні спричинити смерть людини або чинити на неї сильний негативний вплив. Систематизований перелік відходів та кодів міститься у Державному класифікаторі України «Класифікатор відходів» ДК 005-96 [8, 9].

До **відходів виробництва** належать: залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів тощо, які утворені в процесі виробництва продукції і втратили свої споживчі властивості; супутні гірничі породи та залишкові продукти (шлам, пил, відсів тощо); новоутворені речовини та їх суміші, що не

є метою цього виробництва (шлак, зола, кубові залишки, інші тверді утворення, а також рідини та аерозолі).

До **відходів споживання** належить непридатна до використання продукція, вироби, медичні препарати, які втратили свої споживчі властивості і в яких містяться певні хімічні та біологічні компоненти, що потребують небезпечного видалення. Окремо серед таких відходів виділяють побутові. Побутові відходи можуть бути твердими та рідинними. **Твердими** є відходи, що утворюються в процесі життєдіяльності людини й накопичуються у житлових будинках, закладах соціальної сфери (харчові відходи, предмети домашнього вжитку, сміття, опале листя, макулатура, скло тощо) і не мають подальшого використання за місцем їх утворення. **Рідинні побутові відходи** — господарчо-побутові (від миття, прання) та каналізаційні стоки (за винятком промислових) за відсутності централізованого водовідведення.

Особливу небезпеку для людини становлять **радіоактивні відходи** — матеріальні об'єкти та субстанції, активність радіонуклідів або радіоактивне забруднення яких перевищує межі, встановлені нормами радіаційної безпеки, за умови, що використання таких об'єктів не передбачається. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» [10] виділяє довгоіснуючі та короткоіснуючі радіоактивні відходи. **Довгоіснуючі** — радіоактивні відходи, рівень звільнення яких від контролю органу державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки досягається через 300 років і більше; **короткоіснуючі** — відходи, рівень звільнення яких досягається раніше, ніж через 300 років.

Окрему категорію відходів утворюють **відходи як вторинна сировина**, до яких відповідно до Закону України «Про відходи» належать відходи, для утилізації та переробки яких в Україні існують відповідні технології та виробничо-технологічні і/або економічні передумови. Технічні заходи щодо охорони навколишнього середовища, які проводилися раніше, як правило планувалися для послаблення впливу на природу вже розробленого технологічного процесу. Виділення токсичних компонентів з газових викидів та стічних вод здійснювалося в основному для переведення цих компонентів у нешкідливу форму й рідко зв'язувалося з їхнім повторним використанням. У багатьох випадках намагалися зменшити концентрацію токсичних відходів при виводі їх у біосферу. Заходи щодо скорочення відходів і тепла, що відходить при виробництві продукції, а також по вторинному використанню цих відходів реалізувалися переважно з метою економії матеріалів та енергії і не розглядалися як заходи щодо охорони навколишнього середовища.

Постійне збільшення об'ємів використання природних ресурсів, посилене забруднення навколишнього середовища вимагають реалізації стратегії **безвідхідної технології**. Основи цієї технології полягають у тому, що

невикористані відходи виробництва одночасно є неповністю використаними природними ресурсами й джерелом забруднення навколишнього середовища. Зниження кількості використовуваних відходів відносно кількості виготовленої продукції дозволить виготовити більше виробів з тієї ж кількості сировини й стануть, разом з тим, дійовим заходом охорони навколишнього середовища.

Біосфера надає природні ресурси для використання у сфері виробництва; при цьому утворюються відходи. У багатьох випадках після відповідної обробки вони можуть бути використані як вторинна сировина або як вторинні носії енергії. Якщо з технічних або технологічних причин це неможливо або економічно невигідно, то їх необхідно виводити в біосферу таким чином, щоб не наносити шкоди природному навколишньому середовищу. Зниження питомої не використовуваної кількості відходів виробництва і тим самим питомої витрати природних ресурсів, можливе за рахунок зменшення питомої кількості відходів виробництва, що утворюються, або за рахунок підвищення коефіцієнту використання відходів [7].

Виходячи зі сказаного вище, можна зробити висновок, що подальший розвиток економіки в природоохоронному аспекті тісно пов'язаний з вирішенням проблем більш повного використання природних ресурсів та зі створенням рециркуляційних матеріальних і енергетичних потоків.

З технологічної точки зору для впровадження безвідхідних та маловідхідних виробництв неодмінно виникає проблема створення нових матеріалів і речовин, наприклад, нових мембранних матеріалів, іонообмінних смол, синтетичних флокулянтів, хімічних реагентів, а також апаратів і приладів, які дозволяють удосконалити або інтенсифікувати процеси поділу середовищ, знешкодження й утилізацію відходів. Для розширення масштабів впровадження безвідхідних технологічних процесів, необхідне подальше вдосконалення способів використання відходів, а також методів економічного стимулювання з метою підвищення зацікавленості працівників різних галузей промисловості у підготовці відходів до наступної переробки та утилізації. Немаловажливим стимулом є також планове зменшення підприємством споживання природної сировини й перехід на використання вторинних матеріальних ресурсів [6].

1.2. Критерії оцінки відходів.

Основні вимоги до зберігання відходів.

Класифікація та нормування збору промислових відходів (ПВ)

Критерії оцінки відходів. До промислових відходів відносяться відходи сфер виробництва та сфер споживання. Серед них найбільшу небезпеку для довкілля і здоров'я населення становлять неутилізовані токсичні

промислові відходи. Відходи сфер виробництва і сфери споживання в залежності від фізичних, хімічних і біологічних характеристик всієї маси відходу або окремих його інгредієнтів поділяються на чотири класи небезпеки: I-й клас — речовини (відходи) надзвичайно небезпечні; II-й клас — речовини (відходи) високо небезпечні; III-й клас — речовини (відходи) помірно небезпечні; IV-й клас — речовини (відходи) мало небезпечні [8, 9].

Клас небезпеки визначається токсичністю промислових відходів. Токсичними промисловими відходами називаються такі відходи, які утворюються в процесі технологічного циклу в промисловості і мають у своєму складі фізіологічно активні речовини, які викликають токсичний ефект. Приналежність відходів до якого-небудь класу визначається по класифікатору промислових відходів розрахунковим шляхом, якщо відомі гігієнічні параметри речовини, а також експериментальним шляхом. Наприклад, граничнодопустима концентрація (ГДК) — максимальна кількість токсичної речовини в одиниці об'єму або маси водяного, повітряного середовища або ґрунту, яка практично не впливає на здоров'я людини [8, 9, 11]. Гранично допустимі концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі населених пунктів регламентовані Державними Санітарними Правилами охорони атмосферного повітря населених місць від забруднення хімічними та біологічними речовинами (ДСанПіН 201-97).

Основні вимоги до зберігання відходів. Негативний вплив промисловості виражається у впливі на конкретні частини природи та біосферу в цілому відходів від процесів видобутку і переробки природних ресурсів. Відходи виробництва та споживання є джерелами антропогенного забруднення навколишнього середовища в глобальному масштабі й виникають як неминучий результат споживчого відношення й незадовільно низького коефіцієнту використання ресурсів. У випадку небезпеки із санітарно-гігієнічної точки зору, відходи можуть бути захоронені тільки після попереднього знешкодження. Основні гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення наведено у ДСанПіН 2.2.7.029-99. Державний контроль за дотриманням вимог цього документу покладається на установи та заклади державної санітарно-епідеміологічної служби. Особи, винні у порушенні Державних санітарних правил та норм, несуть адміністративну та кримінальну відповідальність згідно законодавству України.

Збирання та тимчасове зберігання промислових відходів на промислових майданчиках. Кожне промислове підприємство повинно розробити інструкцію та план заходів щодо збирання і тимчасового розміщення (зберігання) промислових відходів на промислових майданчиках відповідно I, II та III класів небезпеки [9, 12]. Відходи, в міру їх накопичення, збирають у тару, призначену для кожного класу з дотриманням правил безпеки, а потім доставляють для тимчасового зберігання на промисловий майданчик

(цех, ділянка, склад) і залишають на відведеному місці для подальшого перевезення на об'єкти утилізації, місця знешкодження або захоронення. На територіях військових частин, виправних закладів та інших об'єктах, які мають особливий режим роботи, забороняється розміщувати об'єкти поводження з токсичними відходами. На кожне місце (об'єкт) зберігання відходів складається спеціальний паспорт, у якому зазначаються технічні характеристики місця, найменування та код відходів (згідно з державним класифікатором відходів), їх кількісний та якісний склад, походження, а також відомості про методи контролю та безпечної експлуатації цих місць (об'єктів).

Способи тимчасового зберігання відходів і розміри санітарно-захисних зон від місця зберігання відходів (промисловий майданчик) до селитебної території, визначаються видом, агрегатним станом і класом небезпеки відходів:

- для відходів гірничодобувної промисловості, золошлакових сумішей металургійних підприємств і об'єктів енергетики санітарно-захисна зона встановлюється розрахунковим методом, але не менше 300 м,

- для відходів хімічних підприємств — 3000 м;

- відходи I класу небезпеки зберігають у герметичній тарі (сталеві бочки, контейнери). У міру наповнення, тару з відходами закривають герметично сталюю кришкою, а при необхідності заварюють електрогазозварюванням;

- відходи II класу небезпеки зберігають, згідно до агрегатного стану, у поліетиленових мішках, пакетах, діжках та інших видах тари, що запобігає розповсюдженню шкідливих речовин (інгредієнтів);

- відходи III класу небезпеки зберігають у тарі, що забезпечує локалізоване зберігання, дозволяє виконувати вантажно-розвантажувальні та транспортні роботи і виключає розповсюдження у навколишньому середовищі шкідливих речовин;

- відходи IV класу небезпеки можуть зберігатися відкрито на промисловому майданчику у вигляді конусоподібної купи, звідки їх автотранспортом перевантажують у самоскидний автотранспорт і доставляють на місце утилізації або захоронення. Ці відходи без негативних екологічних наслідків можуть бути об'єднані з побутовими відходами в місцях захоронення останніх або використані як ізолюючий матеріал, а також для різних планувальних робіт при освоєнні територій;

- відходи в рідкому і газоподібному стані, що зберігаються в герметичній тарі, а також токсичні відходи очисних споруд необхідно видалити з території підприємства протягом доби або проводити їх знешкодження на промислових об'єктах;

- тверді відходи, в тому числі сипкі, які зберігаються в контейнерах, у пластикових, паперових пакетах або мішках, необхідно видаляти з території підприємства протягом двох діб;

- у випадку тимчасового зберігання відходів на стаціонарних складах або промислових приміщеннях, слід забезпечити вимоги ГОСТ 12.1.005-88 до повітря робочої зони.

Промисловий майданчик для тимчасового зберігання відходів повинен розташовуватися на території підприємства з підвітряного боку, бути покритим неруйнівним та непроникним для токсичних речовин матеріалом (керамзитбетоном, полімербетоном та ін.) з автономним зливовідводом і нахилом у бік очисних споруд. При цьому, попадання поверхневого стоку з майданчиків у загальний зливовідвід повинно бути виключено за рахунок обвалування і інших заходів. Для зазначеного поверхневого стоку необхідні спеціальні очисні споруди, які забезпечуватимуть уловлювання токсичних речовин, очистку і їх знешкодження. Слід передбачити ефективний захист відходів від дії атмосферних опадів та вітру.

У місцях зберігання промислових відходів повинні бути передбачені стаціонарні або пересувні вантажно-розвантажувальні механізми для переміщення приймальників з відходами, їх завантаження для вивезення на полігони або в інші місця. Конструкція приймальників повинна забезпечувати можливість їх перевезення автотранспортом. Допустима кількість відходів на території промислового майданчика визначається підприємством за узгодженням з місцевими органами екобезпеки на основі класифікації відходів за класом небезпеки за їх фізико-хімічними властивостями, спрямованістю біологічної дії з урахуванням можливої комбінованої дії та можливістю підприємства щодо організації місця зберігання, перспективи знешкодження або утилізації відходів. **Лабораторний контроль** за станом навколишнього середовища в районі розміщення майданчиків (місць) зберігання відходів здійснюється постійно відомчими санітарно-промисловими лабораторіями підприємства і періодично державними органами санітарно-епідеміологічної служби, водного нагляду, екологічної безпеки з використанням стандартизованих методик визначення шкідливих речовин у повітрі, воді та ґрунті. Періодичність контролю, місця виміру і перелік шкідливих речовин, які контролюються, узгоджуються з місцевими органами самоврядування, державною санітарно-епідеміологічною та іншими контролюючими службами. На підприємствах, де утворюються відходи, повинні бути розроблені, узгоджені з місцевими органами самоврядування, державною санітарно-епідеміологічною служби та екологічної безпеки і затверджені інструкції стосовно видалення і способу знешкодження токсичних промислових відходів. Накопичення і зберігання відходів на промислових майданчиках підприємства допускається у таких випадках:

- при використанні відходів у наступному технологічному циклі з метою їх утилізації;
- при тимчасовій відсутності полігонів для захоронення відходів або відсутності транспортних засобів для вивезення відходів.

Всі промислові відходи, для яких розроблені методи вторинної переробки та раціонального використання їх у народному господарстві, підлягають використанню як вторинна сировина і не повинні вивозитися на полігони.

Транспортування небезпечних відходів дозволяється лише за наявності на них паспорта та дозволу (ліцензії) місцевих органів санітарно-епідеміологічної і екологічної служб транспортній організації на поведження з ними і тільки спеціально-обладнаними для цього транспортними засобами, з відповідними позначками, що характеризують характер його використання. Водії транспорту, які перевозять промислові відходи, повинні пройти спеціальний інструктаж з техніки безпеки при поведженні з токсичними відходами. Кількість відходів, що перевозяться, не повинна перевищувати вантажний об'єм відповідного транспорту. Транспортування промислових відходів не повинне призводити до забруднення навколишнього середовища в місцях їх завантажування, перевезення та розвантажування.

На підприємствах, які *використовують відходи як сировину*, повинні бути забезпечені високий рівень автоматизації і механізації технологічних процесів, а також технічні, технологічні та будівельні рішення для захисту довкілля. Кінцевий продукт, виготовлений із використанням відходів, повинен мати висновок державної санітарно-гігієнічної експертизи. *Утилізація відходів у сільському господарстві* як добрив, меліорантів тощо дозволяється тільки після вивчення впливу їх на санітарний стан ґрунту та суміжних середовищ, біологічної оцінки сільгосппродукції. *При утилізації промислових відходів у будівельній індустрії* (виготовленні бетонних блоків, цегли, будівництві шляхів, ґрунтових споруд, фундаментів будов, засипанні вироблених пустот тощо) необхідно отримати гігієнічний висновок щодо впливу токсичних інгредієнтів відходів на об'єкти довкілля (ґрунт, вода, повітря).

Кількість промислових відходів, які накопичуються в місцях їх утилізації, не повинна перевищувати двотижневої потужності виробничого устаткування по переробці відходів.

Знешкодження відходів здійснюється відповідно до вимог екологічної безпеки та за погодженням з державною санітарно-епідеміологічною службою України. Для охорони навколишнього середовища від забруднення промисловими відходами необхідно впроваджувати апробовані на практиці методи їх знешкодження:

- спільне оброблення частини промислових відходів з побутовими на заводах біотермічного компостування;
- термічне оброблення та заводське спалювання разом з побутовим сміттям;
- складування частини промислових відходів на полігоні побутових відходів;
- знешкодження токсичних промислових відходів (I–II класу) повинно відбуватися на спеціальних інженерних спорудах — полігонах захоронення токсичних промислових відходів.

Спосіб захоронення відходів вибирається в залежності від класу їх небезпеки, агрегатного стану, водорозчинності. На небезпечні відходи, що вивозяться на місце захоронення (полігон, шламонакопичувач та ін.), повинні бути екологічні паспорти з хімічною характеристикою їх складу, з інструкцією щодо техніки безпеки при поводженні з ними і рекомендаціями щодо проведення першої допомоги при гострому отруєнні.

Промислові відходи III та IV класу небезпеки можуть вивозитися з дозволу місцевих органів санітарно-епідеміологічної і екологічної служб та пожежної інспекції на полігони твердих побутових відходів. Тверді відходи IV класу небезпеки використовують на полігоні твердих побутових відходів як ізолюючий матеріал у середній та верхній частинах полігону, а тверді відходи III класу небезпеки можуть складуватися разом з побутовими відходами з дотриманням особливих умов [11].

Транскордонне перевезення небезпечних відходів. Небезпечні відходи у разі їх транскордонного перевезення підлягають класифікації згідно з МКІВ (Міжнародним кодом ідентифікації відходів) [13], крім випадків, коли транскордонне перевезення здійснюється на підставі відповідного міжнародного договору, у якому зазначається інший метод класифікації. Інструкція з отримання МКІВ затверджується Мінекоресурсів.

Класифікація промислових відходів. Відходами є продукти діяльності людини в побуті, на транспорті, у промисловості, що не використовуються безпосередньо в місцях свого утворення і які можуть реально використовуватися як сировина в інших галузях.

Відходи виникають як у результаті виробничої діяльності, так і при споживанні. Відповідно до цього вони підрозділяються на **відходи виробництва й відходи споживання** [8].

Відходами виробництва є залишки матеріалів, сировини, напівфабрикатів, що утворилися в процесі виготовлення продукції і втратили цілком чи частково свої корисні фізичні властивості. Відходами виробництва можуть вважатися продукти, що утворилися в результаті фізико-хімічної переробки сировини, видобутку та збагачення корисних копалин, одержання яких не є метою даного виробництва.

Відходи споживання — це непридатні для подальшого використання по прямому призначенню та списані у встановленому порядку машини, інструменти, побутові вироби. Відходами споживання вважаються різного роду вироби, що комплектують деталі й матеріали, які з тих або інших причин не придатні для подальшого використання. Ці відходи можна розділити на **відходи побутового споживання** (харчові відходи, зношені вироби побутового призначення (одяг, взуття та ін.), різного роду використані вироби (упаковка, скляний і інший види тари), побутові стічні води та ін.) та відходи **промислового споживання** (наприклад, металобрухт, устаткування, що вийшло з ладу, вироби технічного призначення з гуми, пластмас, скла та ін.) Промислові відходи найчастіше є хімічно неоднорідними, складними полікомпонентними сумішами речовин, що мають різні хіміко-фізичні властивості, представляють токсичну, хімічну, біологічну, корозійну, вогне- та вибухонебезпечність.

Відходи всіх класів поділяються на тверді, пастоподібні, рідкі, пилоподібні чи газоподібні. **Тверді відходи** — це тара, яка виготовлена з металу, дерева, картону, пластмас, що стала непридатна для використання, обтиральні матеріали, відпрацьовані фільтроматеріали, обрізки полімерних труб, кабельної продукції та ін. **Пастоподібні** відходи — це шлами, смоли, обпаї з фільтрів і відстійників, очищення ємностей теплообмінників та ін. **Рідкі відходи** — це стічні води, що містять органічні й неорганічні речовини, і не підлягають прийому на біоочистку через високу токсичність. **Пилоподібні (газоподібні) відходи** — це здувки від дихальних трубок ємнісного устаткування, викиди з ділянок знежирення, фарбування продукції та ін.

Класифікація промислових відходів (ПВ), що утворюються в результаті виробничої діяльності людини, це є засіб встановлення певних зв'язків між ними з метою визначення оптимальних шляхів їх використання або знешкодження. Класифікація відходів можлива за різними показниками, але головним із них є ступінь небезпеки для людського здоров'я. Шкідливими, наприклад, вважаються інфекційні, токсичні й радіоактивні відходи. Їхній збір і ліквідація регламентуються спеціальними санітарними правилами.

Існує класифікація відходів за хімічною природою, технологічним ознакам утворення, можливості подальшої переробки та використання.

Узагальнення і аналіз літературних даних показує, що класифікація ПВ заснована на систематизації їх по галузях промисловості, можливостях переробки, агрегатному стану, токсичності і т. ін. В кожному конкретному випадку характер класифікації, що використовується, відповідає розглянутим аспектам: складуванню, очищенню, переробці, захороненню, запобіганню їхнього токсичного впливу та ін. Кожна галузь промисловості має свою класифікацію відходів.

По можливості використання розрізняються відходи, які підлягають утилізації та відходи, що не підлягають утилізації. Для перших існує технологія переробки й залучення в господарський обіг, для других — на даний час такі технології відсутні.

По хімічній стійкості відходи поділяються на: вибухонебезпечні, самозаймисті, що розкладаються з виділенням отруйних газів, стійкі. Відходи можуть бути розчинні і нерозчинні у воді.

По походженню відходи поділяються на: органічні, неорганічні та змішані.

Усі види відходів виробництва та споживання по можливості їх використання можна розділити, з одного боку, на **вторинні матеріальні ресурси** (ВМР), які уже переробляються або переробка яких планується, і, з іншого боку, на **відходи**, які на даному етапі розвитку економіки переробляти недоцільно і які неминуче утворюють безповоротні втрати.

Вторинні матеріальні ресурси (ВМР) зручно класифікувати за двома ознаками: джерелу утворення та напрямку використання. Для найбільш повної характеристики ВМР, необхідної для організації обліку їхнього утворення, зберігання, розподілу і використання, доцільно також групувати відходи за ознаками. Зокрема, зразковий перелік ознак стосовно до хімічної промисловості може бути наступним:

- галузь промисловості, у якій утворюються або можуть споживатися відходи;
- процеси, при проведенні яких утворюються ВМР (видобуток, збагачення, переробка та ін.);
- фізико-хімічні властивості відходів;
- обсяг відходів, що утворюються (малотонажні та великотонажні);
- вміст цінних компонентів у відходах;
- вартісні показники;
- можливості використання відходів (наявність надійних способів переробки, а також відповідне устаткування);
- транспортабельність відходів;
- вплив відходів на навколишнє середовище.

ВМР пропонується класифікувати по **фізико-хімічному стану, галузі, в якій вони утворюються та методу утворення**:

- гальваношлами і осаді, відходи реагентів і хімреактивів, що містять хром, нікель, мідь, кобальт, цинк, свинець, кислі та лужні відходи хімічних виробництв, речовини неорганічного характеру;
- осаді стічних вод, що включають у себе каналізаційні, водопровідні та (окремою підгрупою) нафтовмісні промислові відходи, які утворюються на локальних і очисних спорудах виробничих зон;

- нафтовідходи і нафтошлами, легкозаймисті рідини (ЛЗР), мастильні охолоджуючі рідини (МОР), кубові залишки, відходи лакофарбової промисловості;

- відходи пластмас, полімерів, синтетичних волокон, нетканих синтетичних матеріалів і композицій на їхній основі;

- відходи гумовотехнічних виробів, вулканізаторів і т. ін.;

- деревинні відходи;

- відходи паперу;

- відходи чорних і кольорових металів, легованих сталей;

- шлаки, зола, пил (крім металевої);

- харчові відходи (відходи харчової, м'ясомолочної та інших галузей промисловості);

- відходи легкої промисловості;

- скловідходи;

- відходи будівельної індустрії.

В результаті класифікації ПВ можна проаналізувати дані існуючих на підприємствах методів утилізації і знешкодження ПВ та визначити шляхи подальшого руху відходів (утилізація на місцях утворення, передача іншим підприємствам, вивіз на смітник, скидання в каналізацію, спалювання та ін.). Крім того, на основі класифікації можливо розробити генеральну схему централізованого збору, вивозу і переробки ПВ для використання в народному господарстві як вторинну сировину та для запобігання їхнього негативного впливу на навколишнє середовище.

Класифікація відходів повинна забезпечити одержання даних, необхідних для розробки організаційно-технічних заходів щодо зменшення кількості відходів і їхньої утилізації в рамках певних промислових регіонів.

Нормування збору ПВ. Для всіх видів продукції, одержання якої з ВМР або відходів економічно доцільно, необхідно правильно розрахувати норми збору вторинних відходів. При оцінці норм варто визначити джерела утворення ВМР, проаналізувати вплив технологічних, організаційних, економічних факторів на обсяг відходів, ступінь їхнього використання і, крім того, розрахувати річні й перспективні плани для різних джерел утворення та сфер застосування вторинних ресурсів [13].

Для підвищення рівня використання відходів важливе значення має вдосконалення системи ціноутворення на відходи та продукцію, що з них отримують. Ціну відходів, наприклад, механічної переробки сировини і матеріалів визначають виходячи із ціни сировини, що переробляється, або повноцінного матеріалу за допомогою коефіцієнту перерахування ціни, розмір якого залежить від споживчих властивостей відходів, тобто від ступеню їхньої придатності до використання. Основою для визначення економічної ефективності виробництва продукції з відходів є його зіставлення з виробництвом цієї ж продукції з вихідної сировини.

Використання ПВ в сфері матеріального виробництва дозволяє одержати економічний ефект:

а) виробнику основної продукції — в результаті зменшення витрат на транспортування відходів із місць складування, а також прибуток від реалізації продукції з відходів;

б) споживачеві відходів — у результаті різниці цін на сировину з відходів та з традиційних матеріалів, а також зниження транспортних витрат.

Позитивний ефект від переробки відходів можливий не тільки в тій галузі промисловості, де утворюються відходи, але й у суміжних галузях, а також у народному господарстві в цілому. Значна економія обумовлюється розширенням сировинної бази без виділення додаткових коштів на розвідку і розробку корисних копалин, звільненням земельних площ від відвалів і смітників, а також зниженням собівартості продукції, зменшенням негативного впливу ПВ на стан навколишнього середовища та ін. У різних галузях промисловості існують галузеві методики для визначення обсягів ВМР для використання їх у промисловості.

Методичні основи визначення обсягів утворення відходів розроблені у всіх провідних галузях промисловості. При розробці норм утворення та витрат ВМР і побічних продуктів у нафтопереробній і нафтохімічній промисловості, наприклад, користуються наступними методами:

- для відходів, що утворюються в процесі фізико-хімічної переробки сировини, застосовують розрахунковий метод; при цьому використовують матеріальні баланси технологічних процесів, що представляють собою математичні вирази залежності нормованих видів відходів від визначальних факторів;

- для відходів, що утворюються при механічній і механо-хімічній переробці (обробці) сировини, матеріалів, напівфабрикатів, поряд з розрахунковим, можна користуватися дослідним або статистичним методами за умови налагодженої організації обліку витрат матеріалів і напівфабрикатів на підприємстві.

Норму утворення відходів фізико-хімічної переробки (обробки) сировини та матеріалів розраховують як різницю між нормою витрати сировини та матеріалів на одиницю продукції та їх чистою (корисною) витратою, з урахуванням неминучих втрат, обумовлених технологічним режимом даного виробництва, а також рівнем організації виробничого процесу.

Збір інформації по відходах і забрудненнях у промислових центрах звичайно проводиться методом анкетного опитування підприємств. Для проведення зазначеного обстеження розроблені форми звітності, які досить прості для заповнення, але у той же час містять необхідні параметри: кількість, та склад відходів (їх фізичні й хімічні властивості й таке ін.); стан і напрямки утилізації й знешкодження, показники розвитку підприємства, очікувані темпи приросту або скорочення кількості відходів по видах і спо-

собах утилізації; вартість одиниці відходів; пропозиції підприємств по напрямках утилізації й знешкодження відходів і ряд інших положень [14].

1.3. Сучасні засоби утилізації та знешкодження ПВ та забруднень

Спалювання — найпоширеніший спосіб термічного знешкодження ПВ [15]. Спалювання здійснюється в печах і топках різних конструкцій.

Промислові печі — це технологічні або енерготехнологічні агрегати, у яких тепло спаленого твердого, рідкого або газоподібного палива або нагрівання, вироблене електричним струмом, використовується для технологічних або опалювальних цілей. Топка являє собою пристрій для спалювання палива в печах і парових казанах і є одним з елементів печі. Оскільки спалювання відходів не завжди супроводжується утилізацією тепла, варто розрізняти терміни «піч» і «топка». Наприклад, барабанна установка або установка з киплячим шаром автотермічного спалювання відходів з наступною утилізацією тепла в точному значенні є топкою. Однак у них може здійснюватися технологічний процес знешкодження негорючих і токсичних відходів і тоді, з точки зору впливу на матеріал, вони є печами.

В основу класифікації **топкових пристроїв** для спалювання відходів покладені ознаки аеродинамічного характеру як найбільш важливі, тому що ними визначається підведення окислювача до реагуючої поверхні, що в найбільшій мірі впливає на питому теплопродуктивність і економічність топкового процесу [16]. У цьому зв'язку розрізняють топки:

- а) шарові — для спалювання кускового палива, наприклад нездрібнених твердих побутових відходів (ТПВ);
- б) камерні — для спалювання газоподібних і рідких відходів, а також твердих відходів у пилоподібному стані;
- в) факельно-шарові топки — де спалювання реалізується у комбінований спосіб.

Особливе місце в цій класифікації займають барботажні та турбобарботажні топки для спалювання рідких відходів. Барботажні пристрої іноді за традицією називають пальниками.

Шарові топки підрозділяють на топки із щільним і киплячим шаром, камерні — на смолоскипові прямоточні й циклонні (вихрові). Шарові топки із щільним шаром, частіше їх називають просто «шаровими топками», можуть бути з колосниковими ґратами або без їх (подові, барабанні, багатоподові та ін.).

Спалювання твердих відходів. Спалювання твердих і пастоподібних відходів може здійснюватися у всіх перерахованих вище типах топок, за винятком барботажних і турбобарботажних. Найбільш широке застосуван-

ня отримали факельно-шарові топки. Топки для шарового спалювання, які більше інших використовуються для спалювання твердих відходів (насамперед ТПВ і їхньої суміші з виробничим сміттям), класифіковані по ряду інших ознак: способам подачі й спалення відходів, видалення шлаків і т.ін. По режиму подачі відходів у шар розрізняють топкові пристрої з періодичним і безперервним завантаженням. По організації теплової підготовки й запалення відходів у шарі розрізняють топки з нижнім, верхнім і змішаним (необмеженим) запаленням. По способу підведення до шару палива (відходів) існують наступні схеми, що відрізняються сполученням напрямків газоповітряного й паливно-жужільного потоків:

- зустрічні (протитік);
- паралельні (прямотік);
- поперечні (перехресний потік);
- змішані.

Піроліз і газифікація відходів. Піроліз являє собою процес розкладання органічних сполук під дією високих температур при відсутності або недостатку кисню. Характеризується протіканням реакцій взаємодії й ущільнення залишкових фрагментів, вихідних молекул, у результаті чого відбувається розщеплення органічної маси, рекомбінація продуктів розщеплення з отриманням термодинамічно стабільних речовин: твердого залишку, смоли, газу. Застосовуючи термін «піроліз» до термічного перетворення органічного матеріалу, мають на увазі не тільки його розпад, але й синтез нових продуктів. Ці стадії процесу взаємно зв'язані й протікають одночасно з тим лише розходженням, що кожна з них переважає в певному інтервалі температури або часу.

Варто відрізнити піроліз від близького до нього процесу **газифікації**. Газифікація є термохімічним високотемпературним процесом взаємодії органічної маси або продуктів її термічної переробки з газифікуючими агентами, у результаті чого органічна частина або продукти її термічної переробки перетворюються на горючі гази. В якості газифікуючих агентів застосовуються повітря, кисень, водяна пара, двоокис вуглецю, а також їхні суміші.

Процеси піролізу відходів одержали більшого поширення, ніж газифікація. Піролізу піддаються тверді побутові й близькі до них по складу ПВ, відходи пластмас, гуми (у тому числі, автомобільні покришки), інші органічні відходи.

Із санітарної точки зору процес піролізу має кращі показники в порівнянні зі спалюванням. Так, кількість газів, що відходять, і які піддаються очищенню, набагато менша, ніж при спалюванні відходів. Обсяг твердого залишку, одержуваного за схемою високотемпературного піролізу, може бути значно зменшений. Деякі схеми піролізу відходів можуть бути безвідхідними.

На сьогодні відомо більше 50 систем по піролізу відходів, що відрізняються один від одного видом вхідної сировини (відходів), температурою процесу й конструктивним рішенням технологічної схеми переробки сировини.

В основу класифікації піролізних установок покладено температурний рівень процесу, тому що саме температура в реакторі визначає вихід і якість продуктів піролізу відходів того або іншого складу.

Високотемпературний піроліз у порівнянні з іншими методами має ряд переваг: при ньому відбувається більш інтенсивне перетворення вихідного продукту; швидкість реакцій зростає з експонентним збільшенням температури, у той час як теплові втрати зростають лінійно; збільшується час теплового впливу на відходи; відбувається більш повний вихід летючих продуктів; скорочується кількість залишку після закінчення процесу.

Сушіння — процес видалення вологи з твердого або пастоподібного матеріалу шляхом випару рідини, що міститься в ньому, за рахунок підведеного до матеріалу тепла. Це термічний процес, який вимагає значних витрат тепла.

Сушіння широко застосовується в хімічній, хіміко-фармацевтичній, харчовій та інших галузях промисловості. Відносно широке поширення сушіння отримало в області обробки осадів міських стічних вод (барабанні сушарки, сушіння в зустрічних потоках).

Процеси термічного видалення тієї частини вологи, яку неможливо видалити механічним шляхом, можуть також знайти застосування при:

- обробці промислових відходів, які необхідно підготувати до транспортування й подальшої переробки (наприклад, гальванічні шлами);
- обробці деяких відходів хімічної, харчової та інших галузей промисловості.

Сушіння здійснюється конвективним, контактним, радіаційним і комбінованим способами. Метод вибирають на основі технологічних вимог до сушіння продукту з урахуванням техніко-економічних показників. Процес сушіння здійснюється за рахунок теплової енергії, яка виділяється в генераторі тепла. Генераторами тепла можуть служити: парові або газові калорифери; топки, що працюють на твердому, рідкому або газоподібному паливі; інфрачервоні випромінювачі й генератори електричного струму. Вибір генератора тепла визначається: схемою й методом сушіння; фізичними властивостями матеріалу, що висушується; необхідним режимом сушіння. При можливості доцільно використовувати тепло газів, що відходять, або відпрацьованої пари; при цьому одночасно утилізуються теплові відходи.

Механічна обробка твердих відходів.

Подрібнення відходів. Для тих промислових відходів, утилізація яких не пов'язана з необхідністю проведення фазових перетворень або впливу

хімічних реагентів, але які не можуть бути використані безпосередньо, застосовуються два види механічної обробки: подрібнення або компактування (пресування). Це рівною мірою відноситься до відходів як органічного, так і неорганічного походження.

Після подрібнювання відходи перетворюються в продукти, готові для подальшого використання. Твердий матеріал можна зруйнувати й подрібнити до частинок бажаного розміру роздавлуванням, розколюванням, розламуванням, різанням, розпилуванням, стиранням і різними комбінаціями цих способів.

Компактування (пресування) відходів. Механічне компактування (пресування) твердих відходів (промислових і побутових, органічних і неорганічних) є одним з основних методів зменшення їхнього об'єму з метою більш раціонального використання автомобільного й залізничного транспорту, що перевозить відходи до місць їхньої утилізації та складування. Такий спосіб переробки не тільки зменшує об'єм відходів, але й у ряді випадків підвищує раціональність їхнього подальшого використання. Наприклад, пресування металевої стружки в стоси приводить до зниження втрат металу на вигар у процесі плавки у вагранках і доменних печах.

Брикетування деревинних відходів підвищує теплоту згоряння ошукорі й стружки. Щільні брикети можуть використатися як тверде паливо.

Пресування при високому тиску — один зі способів поліпшення умов експлуатації полігонів (смітників). Ущільнені відходи дають меншу кількість фільтрату й газових викидів, при цьому знижується ймовірність виникнення пожеж, ефективніше використовується земельна площа полігону.

Сепарація відходів. У ряді випадків переробка подрібнених відходів повинна супроводжуватися їхнім поділом на фракції. Для поділу кускових і сипучих матеріалів застосовують різні способи: просіювання; розподіл під дією гравітаційно-інерційних сил; розподіл під дією гравітаційно-відцентрових сил.

1.4. Джерела, класифікація та основні засоби переробки твердих відходів

Джерела, класифікація та основні засоби переробки твердих відходів. Прогресивний розвиток індустрії й науково-технічний прогрес приводять як до кількісного, так і до якісного збільшення споживання мінеральних ресурсів. Практично всі доступні хімічні елементи (87 з 104) використовуються у виробничій практиці. Однак у господарський обіг втягується лише біля третини всієї мінеральної сировини, а на виробництво готової продукції витрачається менш 7% добутих корисних копалин.

Найбільш важливими наслідками таких масштабів споживання мінеральної сировини й стану її використання є:

- прогресуюче вичерпання (за прогнозами) ряду видів сировини й палива, що призведе до нагромадження твердих відходів;
- збільшення економічного збитку у народному господарстві;
- забруднення біосфери.

Строгого, однозначного визначення поняття «відходи виробництва» не сформульовано. Звичайно під цим терміном розуміють різноманітні по складу й фізико-хімічним властивостям залишки, що характеризуються потенційною споживчою цінністю (придатністю для корисного використання) і є, по своїй природі, вторинними матеріальними ресурсами (ВМР). Використання їх у матеріальному виробництві, як правило, вимагає певних додаткових операцій з метою додання їм необхідних властивостей або чіткої фіксації цих властивостей.

Нагромадження значних мас твердих відходів у багатьох галузях промисловості обумовлено існуючим низьким рівнем технології переробки відповідної сировини й недостатністю його комплексного використання. Видалення (транспортування) відходів та їх зберігання (облаштування та зберігання відвалів і шламонакопичувачів) є дорогими заходами (1,5–8 грн/т). На металургійних виробництвах, ТЕС і вуглезбагачувальних фабриках витрати на них становлять приблизно 8–30% від вартості виробництва основної продукції. Тим часом у відвали й шламосховища щорічно надходять величезні маси розкритих порід і відходів збагачення й переробки мінеральної сировини. За наявними оцінками, у них накопичені десятки мільярдів тонн різних гірських порід (вапняків, кварцитів, доломітів, вогнетривких глин, каолінів, піщаників та ін.), більше 1,2 млрд. т золошлакових відходів ТЕС, 580 млн. т металургійних шлаків, 350 млн. т галіту, 200 млн. т фосфогіпсу й значні кількості інших (часто коштовних і дефіцитних) матеріалів.

Поряд із цим рівень оперативної утилізації відходів є низьким: у господарський обіг утягується тільки п'ята частина шлаків кольорової металургії, 10–12% золошлакових відходів і фосфогіпсу, менш 4% відходів вуглезбагачення, що веде до наростання маси складованих відходів. У той же час, значна частина твердих відходів промислових підприємств може бути ефективно використана в народному господарстві. Так, будівельна індустрія й промисловість будівельних матеріалів щорічно добувають і споживають близько 3,5 млрд. т нерудної сировини, більша частина якої може бути замінена промисловими відходами. Завдання утилізації останніх тим більш актуальне, що організація виробництва продукції на їх основі вимагає витрат в 2–3 рази менших, ніж для відповідних виробництв на основі спеціальної природної сировини, що добувається. Крім того, збільшення comple-

кності використання мінеральної сировини при одночасному рішенні завдань захисту біосфери сприяє скороченню споживання ряду його видів.

У цей час відсутня загальна наукова класифікація твердих відходів промисловості, яка б охоплювала все їх різноманіття по тих або інших принципах. Це, мабуть, пояснюється широтою їхньої номенклатури навіть у рамках одного підприємства і ще незавершеною роботою зі складання кадастрів відходів по підприємствах, галузях, міністерствах і відомствах. Існуючі класифікації твердих відходів досить різноманітні й здебільшого односторонні. Різноманіття видів твердих відходів, значне розходження складу навіть однойменних відходів у значній мірі ускладнюють завдання їх утилізації, викликаючи в ряді конкретних випадків необхідність вишукування своєрідних шляхів вирішення проблем [17].

Проте для більшості основних видів великотоннажних твердих відходів вже розроблені й частково реалізуються описані нижче економічно доцільні технології утилізації. В той же час різні технології рекуперації твердих відходів у своїй основі базуються на ряді методів, сукупність яких забезпечує можливість утилізації ВМР або їх переробки в цільові продукти.

Переробка та утилізація промислових відходів згідно повної заводської технології [15, 16]. На сучасному етапі відкривається все більше можливостей істотно скоротити кількість відходів зі складним хімічним складом, які не утилізуються і переробка яких в корисні продукти на сучасному етапі або досить складна, або економічно недоцільна.

Рідинофазне окислення токсичних відходів виробництва використовується для знешкодження рідких відходів і осадів стічних вод. Суть його полягає в окисленні киснем органічних і елементоорганічних домішок стічних вод при температурі 150–350°C і при тиску 2–28 МПа.

Гетерогенний каталіз. Метод застосовується для знешкодження газоподібних і рідких відходів. Цей метод гетерогенного каталізу недоцільно використовувати як самостійний спосіб знешкодження токсичних відходів, а тільки як окремий шабель у технологічному циклі.

Піроліз промислових відходів. Існує два різних типи піролізу токсичних промислових відходів: окисний піроліз та сухий піроліз.

Вогнева переробка. В основу вогневого методу покладений процес високотемпературного розкладання й окислення токсичних компонентів відходів з утворенням практично нетоксичних або малотоксичних димових газів і золи. З використанням даного методу можливе одержання цінних продуктів: відбілючої землі, активованого вугілля, вапна, соди й інших матеріалів. Залежно від хімічного складу відходів димові гази можуть містити SO_3 , P_2O_5 , NO_x , N_2 , H_2SO_4 , HCl , солі лужних і лужноземельних елементів, інертні гази та ін.

Переробка й знешкодження відходів із застосуванням плазми. Для одержання високого ступеня розкладання токсичних відходів, особливо

галоїдовмісних, конструкція спалювальної печі повинна забезпечувати необхідну тривалість перебування в зоні горіння, ретельне змішування при певній температурі вихідних реагентів з киснем, кількість якого також регулюється. Для придушення утворення галогенів і повного їхнього переходу в галогеноводні необхідний надлишок води й мінімум кисню; останнє викликає утворення великої кількості сажі. При розкладанні хлорорганічних продуктів зниження температури веде до утворення високотоксичних і стійких речовин — діоксинів.

Механічна, механотермічна і термічна переробка. Утилізація твердих відходів у більшості випадків приводить до необхідності або їх поділу на компоненти (у процесах очищення, збагачення, добування цінних складових) з наступною переробкою сепарованих матеріалів різними методами, або надання їм певного вигляду, який забезпечує саму можливість утилізації відходів ВМР [15–18].

До таких методів належать: подрібнення, класифікація й сортування, окускування, гранулювання, брикетування, високотемпературна агломерація, змішування порошкоподібних та пастоподібних матеріалів, збагачення, гравітаційні методи, висадження, флотація, магнітні методи, електричні методи, фізико-хімічне виділення компонентів при участі рідкої фази, вилужування, кристалізація та ін.

Подрібнення. Інтенсивність і ефективність більшості хімічних дифузійних і біохімічних процесів зростає зі зменшенням розмірів шматків (зерен) матеріалів, що переробляються. У цьому зв'язку технологічним операціям переробки твердих відходів звичайно передують операції зменшення розмірів їхніх шматків, поряд з операціями їхньої класифікації й сортування, важливе самостійне значення в технології рекуперації твердих відходів.

Класифікація й сортування. Ці процеси використовують для поділу твердих відходів на фракції по крупності. Вони включають методи просіювання (розсіву) шматків (зерен) матеріалу, що переробляється, та їхній поділ під дією гравітаційно-інерційних і гравітаційно-відцентрових сил. Ці методи широко застосовують як самостійні та допоміжні при безпосередній утилізації й переробці переважної більшості твердих відходів.

Окускування. Поряд з перерахованими вище методами зменшення розмірів кускових матеріалів та їхнього поділу на класи крупності в практиці рекупераційної технології твердих відходів велике поширення мають методи, пов'язані з рішенням завдань укрупнення дрібнокускових часток ВМР, що мають як самостійне, так і допоміжне значення та об'єднують різні прийоми гранулювання, таблетування, брикетування й високотемпературної агломерації. Їх використовують при: переробці в будівельні матеріали ряду компонентів відвальних порід видобутку багатьох корисних копалин, «хвостів» збагачення вугілля та золи — відходи ТЕС; у процесах утилізації фосфогіпсу в сільському господарстві й цементній промисловості; при під-

готовці до переплаву дрібнокускових і дисперсних відходів чорних і кольорових металів; у процесах утилізації пластмас, саж, пилу та деревного дріб'язку; при обробці жужільних розплавів у металургійних виробництвах та електротермофосфорному виробництві та в багатьох інших процесах утилізації й переробки ВМР.

Гранулювання. Методи гранулювання охоплюють велику групу процесів формування агрегатів звичайно кулястої або (рідше) циліндричної форми з порошків, паст, розплавів або розчинів матеріалів, що переробляють. Ці процеси основані на різних прийомах обробки матеріалів.

Брикетування. Методи брикетування знаходять широке застосування в практиці утилізації твердих відходів у якості підготовчих (з метою подання відходам компактності, що забезпечує кращі умови транспортування, зберігання, а часто й саму можливість переробки) і самостійних (виготовлення товарних продуктів) операцій.

Високотемпературна агломерація. Цей метод використовують при переробці пилу, окалини, шламу та дріб'язку рудної сировини в металургійних виробництвах, піритних недогарків та інших дисперсних залізовмісних відходів. Для проведення агломерації на основі таких ВМР готують шихту, що включає тверде паливо (коковий дріб'язок 6–7% по масі), та інші компоненти (концентрат, руда, флюси). Усереднену й зволожену до 5–8% шихту розміщують у вигляді шару певної висоти, що забезпечує оптимальну газопроникність шихти на ґратах випалювальних візків (палет) агломераційної машини зворотного агломерату крупністю 12–18 мм; що запобігає спіканню шихти з матеріалом візків та прогар ґрат.

Змішування порошкоподібних та пастоподібних матеріалів. Цей метод широко використовують у практиці переробки твердих відходів для усереднення складу дисперсних відходів, приготування на їхній основі багатокомпонентних сумішей шихтових матеріалів і одержання різних мас, які забезпечують можливість переробки ВМР у товарні продукти. Існуючі змішувальні механізми періодичної й безперервної дії засновані на використанні механічних, гравітаційних і пневматичних способів взаємного переміщення частинок оброблюваних матеріалів і характеризуються більшою розмаїтістю конструкцій. Серед змішувачів періодичної дії найпоширенішими є барабанні, бігункові, пневматичні, циркуляційні й черв'ячно-лопасні. До кола апаратів безперервної дії належать барабанні, вібраційні, гравітаційні, лопатеві, відцентрові й черв'ячно-лопасні змішувачі.

Збагачення. У практиці рекуперації твердих відходів промисловості (особливо мінеральні, які містять чорні й кольорові метали, фрагмент деталей радіоелектронної апаратури, яка вийшла з ладу, та інших виробів на основі металів і сплавів, деяких паливних зол, сумішей пластмас, шлаків кольорової металургії й ряду інших ВМР) використовують різні методи

збагачення перероблюючих матеріалів, які підрозділяють на: гравітаційні, магнітні, електричні, флотаційні й спеціальні.

Гравітаційні методи. Ці методи збагачення засновані на розходженні у швидкості падіння в рідкій (повітряній) середовищу частинок різного розміру й щільності. Вони поєднують методи збагачення висадженням у важких суспензіях, у потоках, які переміщаються по похилих поверхнях, а також промивання.

Висадження. Висадження являє собою процес поділу мінеральних зерен по щільності під дією змінних по напрямку вертикальних струменів води (повітря), що проходять через решето висаджувальної машини.

Флотація. У практиці переробки окремих видів твердих відходів (деяких шламів, металургійних шлаків, рудних і нерудних компонентів відвалів і т. п.) знаходить застосування метод їхнього збагачення флотацією. Крупність флотаційних матеріалів звичайно не перевищує 0,5 мм. Найпоширенішою є пінна флотація з використанням механічних і пневмомеханічних машин; плівкову флотацію через її низьку продуктивність і масляну флотацію через її дорожнечу використовують вкрай обмежено.

Магнітні методи. Магнітне збагачення використовують для відділення парамагнітних (слабомагнітних) і феромагнітних (сильномагнітних) компонентів (речовин з питомою магнітною сприйнятливістю χ вище 10^{-7} м³/кг) сумішей твердих матеріалів від їх діамагнітних (немагнітних) складових. Сильномагнітними властивостями володіє магнетит (Fe₂O₃), піротин (Fe_{n-1}S_n), титаномангнетит, феросиліцій, франклініт, сидерит, слабомагнітні оксиди заліза після їх обпалу та деякі інші сполуки. Ряд оксидів, гідроксидів і карбонатів заліза, марганцю, хрому й рідких металів відносяться до сполук з слабомагнітними властивостями. Різні породоутворюючі мінерали (кварц, польові шпати, кальцит і т. ін.).

Електричні методи. Електричне збагачення основане на розходженні електрофізичних властивостей матеріалів, що діляться, і включає сепарацію в електростатичному полі, полі коронного розряду й трибоадгезійну сепарацію. З їхньою допомогою вирішують завдання збагачення, класифікації й знепилення як рудної сировини й некондиційних продуктів у металургії чорних, кольорових і рідких металів, так і багатьох неметалічних матеріалів (тонкодисперсного кварцу, формувального піску, вапняку, піску для скляної промисловості й т. ін.).

Фізико-хімічне виділення компонентів при участі рідкої фази. Багато методів утилізації твердих відходів у промисловості засновані на використанні методів вилужування (екстрагування), розчинення й кристалізації матеріалів, що переробляються.

Вилужування (екстрагування). Цей метод широко використовується в практиці переробки відвалів гірничодобувної промисловості, деяких металургійних і паливних шлаків, іпрітних недогарків і багатьох інших ВМР.

Метод оснований на добуванні одного або декількох компонентів з комплексного твердого матеріалу шляхом його вибіркового розчинення в рідині-екстрагенті. В залежності від характеру фізико-хімічних процесів, що протікають при вилужуванні, розрізняють просте розчинення (ціловий компонент витягується в розчин у складі присутнього в вихідному матеріалі з'єднання) і вилужування з хімічною реакцією (ціловий компонент, що перебуває у вихідному матеріалі у складі малорозчинного з'єднання, переходить у добре розчинну форму).

Кристалізація. Виділення твердої фази у вигляді кристалів з насичених розчинів або розплавів має велике поширення при переробці різних твердих відходів.

1.5. Методи зберігання відходів промисловості

Використання сховищ промислових відходів. При розробці нових ресурсозберігаючих та екологічно-небезпечних технологічних процесів, на стадії висновку по проекту необхідно передбачити знешкодження всіх видів відходів. Але при сучасному розвитку науки й техніки неможливо виключити утворення токсичних відходів, що не утилізуються та не піддаються нейтралізації [9, 17]. У цьому випадку доцільне захоронення відходів такого роду в спеціально створюваних для цього сховищах, де можна буде поховати промислові відходи до їхнього використання в майбутньому.

Захоронення відходів — остаточне розміщення відходів при їх видаленні у спеціально відведених місцях чи на об'єктах таким чином, щоб довгостроковий шкідливий вплив відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини не перевищував установлених нормативів. Для захоронення відходів промисловості доцільно використовувати резервуари в геологічних формаціях: граніт, вулканічні породи, туфи, базальти, соляні товщі, гіпс, ангідрит, доломіт, глина, гнейси. Такого роду сховища можуть існувати як самостійно, так і разом з гірничодобувними підприємствами на його шахтному полі. Протягом останніх 70-ти років наша країна була й залишається одним із найбільшим постачальником різноманітних корисних копалин, при видобутку яких утворюються декілька мільярдів кубометрів непогашених порожнеч, або поступово вироблених просторів, придатних у більшому або меншому ступені для захоронення промислових відходів. При цьому, слід зазначити, що надання надр для захоронення відходів виробництва та інших шкідливих речовин, скидання стічних вод допускається у виняткових випадках при додержанні норм, правил та вимог, передбачених законодавством України.

Право користування надрами [19] для цілей, не пов'язаних з видобуванням корисних копалин. Користування надрами для будівництва та

експлуатації підземних споруд і для інших цілей, не пов'язаних з видобуванням корисних копалин, здійснюється за відповідними проектами, в яких передбачаються заходи, що забезпечують знешкодження стічних вод, шкідливих речовин і відходів виробництва або локалізацію їх у визначених межах, а також запобігають їх проникненню в гірничі виробки, на земну поверхню та у водні об'єкти. Право користування надрами для цілей, не пов'язаних з видобуванням корисних копалин, надається за результатами спеціальних досліджень та на підставі проектів, виконаних на замовлення спеціальних підприємств, установ і організацій, тобто надра надаються у користування підприємствам, установам, організаціям і громадянам лише за наявності у них спеціального дозволу (ліцензії) на користування ділянкою надр. Таке право також має бути засвідчене актом про надання гірничого відводу. При порушенні вимог, закріплених у згаданих проектах, скидання в надра стічних вод, захоронення шкідливих речовин і відходів виробництва має бути обмежене, тимчасово заборонене (зупинене) або припинене органами державного гірничого нагляду чи іншими спеціально уповноваженими на те державними органами в порядку, передбаченому законодавством України.

При розміщенні відходів необхідно дотримуватись ряду певних умов та обмежень:

- водонепроникність товщ та наявність над і під ними потужних водонесних товщ;
- повне виключення виникнення деформацій, здатних зробити товщу водопроникною (зрушення під дією власної маси; динамічні навантаження, викликані землетрусами, газодинамічними явищами, наземними вибухами та ін.);
- розміщення вдаліні від населених пунктів, територій можливих появ повеней, селів, прориву дамб і гребель, осідання земної поверхні в результаті проведення гірських робіт;
- наявність способів і засобів, які дозволяють при необхідності оперативно й з повною гарантією навечно перекрити видобутки, через які відходи будуть подаватися у вироблені простори.

Поховання відходів (твердих) під землею зменшує забруднення поверхні, зменшує площу відчужених земель, але несе в собі небезпеку забруднення підземних вод, надр, у тому числі родовищ корисних копалин. Близько 50% промислових рідких відходів у світі скидають у відкриті водоймища без очищення. Наприклад, у США втрачають від забруднення водоймищ рідкими відходами оцінюється в \$ 7,5–11 млрд на рік. Поховання промислових відходів у надрах здійснюється в гірничих виробках законсервованих шахт (затверділі рідкі відходи), спеціальних підземних спорудах і природних пустотах гірських порід. Гірничі виробки шахт використовують при відсутності припливу в них підземних і поверхневих вод; непроникними

для підземних вод є виробки соляних шахт, які найвигідніші і найбезпечніші для поховання радіоактивних відходів. Спеціальними підземними сховищами служать штучні пустоти, одержані буровибуховим способом, старі підземні схрони (газові, нафтові). Ефективним є заховання відходів у гідрогеологічних структурах. Підземне захоронення відходів може здійснюватися на різних глибинах і гідродинамічних зонах літосфери. Відповідно до цього сховища підрозділяються на:

- неглибокі — у зоні аерації й активного водообміну;
- середньоглибокі — нижче зони активного водообміну, у межах пластових температур 50–70°C;
- глибокі — на глибині понад 2000 м.

Для організації сховищ необхідний облік потужності зони аерації й фільтраційних властивостей порід, інтенсивності екзогенних геологічних процесів (карст, ерозія, зсув та ін.), що впливають на герметичність сховищ. Великий досвід в цьому напрямку має Німеччина, де вже на протязі більш сорока років колишні шахти служать сховищем для відходів першого і другого класів небезпеки. В Україні ж нині 30 відсотків небезпечних відходів опиняються на загальних звалищах — через відсутність спеціалізованих полігонів.

Існують пропозиції по нетрадиційних способах створення підземних ємностей за допомогою енергії камуфлетного вибуху і ядерного вибуху [17].

Отже, сховище токсичних промислових відходів — складна геотехнічна система, складовими елементами якої є компоненти геологічного середовища (масив гірських порід, підземні води) і наземно-підземні інженерні споруди (вироблення, шпарини, комунікації).

Наземні полігони для зберігання промислових відходів використовуються в якості тимчасових, проміжних пунктів на шляху в сховища. Відповідно до діючих положень по проектуванню й створенню наземних полігонів [11, 19] їх розміщення заборонене:

- поблизу родовищ прісних підземних вод та водоохоронних зон;
- поблизу родовищ мінеральних, лікувальних і промислових вод;
- на території зон охорони курортів;
- на території заповідників;
- у межах селитебних і рекреаційних зон населених пунктів.

Зберігання вибухонебезпечних відходів, що представляють деяку цінність у майбутньому після створення технологій їхньої переробки й використання, найбільше доцільно в підземних сховищах з підвищеними заходами безпеки й можливою флегматизацією. Знищення вибухонебезпечних відходів зв'язано зі значними витратами на забезпечення безпеки процесу. Вимоги до розміщення сховищ вибухонебезпечних відходів аналогічні загальним захисним заходам для зберігання промислових відходів [20].

Впливами, що ініціюють можливий вибух, є механічні удари, тертя, високі температури, електрична іскра або блискаючі струми, хімічна реакція між компонентами, близький вибух. Для запобігання негативних наслідків захоронення вибухонебезпечних відходів, крім загальних вимог для ізоляції промвідходів з біосфери, необхідно:

- поміщення вибухонебезпечних відходів у тару для запобігання від всіх видів ініціюючих впливів;

- достатнє видалення від системи МЕР;

- використання якісної електропроводки для освітлення підсобних приміщень;

- запобігання від небажаних хімічних реакцій, у тому числі шляхом низької температури зберігання й флегматизацією;

- безпечні транспортування, навантаження-розвантаження вибухонебезпечних відходів.

Вибухонебезпечними речовинами й сумішами є:

- солі важких металів (СВМ) гримучої кислоти — фульмінати;

- СВМ і органічні похідні азотоводневої кислоти — азиди, цианурази-ди;

- СВМ ароматичних оксинітросполук — пікрати, стивриати (нітрорезорцинати);

- похідні 5-членної гетероциклічної сполуки тетразолу;

- деякі похідні азотоводню тетразена, наприклад, гуанілнітросо-аміногуанілтетразин;

- похідні амінів ароматичного ряду, солі діазопохідних — діазооксі, хінодіазиди;

- органічні переокси;

- ацетиленіди деяких важких металів;

- динітробензофуроксени важких металів;

- нітросполуки — тротил, тетрил, гексоген;

- нітроетери — нітрогліцерин та ін.;

- нітропарафіни — нітрометан;

- гідрати гліколей — етиленгліколь;

- хлорати й перхлорати лужних металів;

- нітрати целюлози, деяких металів і газів;

- суміші горючих елементів з окислювачами;

- газово-повітряні суміші горючих летучих речовин.

Зберігання та поводження з радіоактивними відходами. Особливу небезпеку для людини становлять **радіоактивні відходи (РВ)** — матеріальні об'єкти та субстанції, активність радіонуклідів або радіоактивне забруднення яких перевищує межі, встановлені нормами радіаційної безпеки. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» (ст. 1) [10]

виділяє довгоіснуючі та короткоіснуючі радіоактивні відходи. *Довгоіснуючі* — радіоактивні відходи, рівень звільнення яких від контролю органу державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки досягається через 300 років і більше; *короткоіснуючі* — відходи, рівень звільнення яких досягається раніше, ніж через 300 років. Радіоактивні відходи (РВ) — це: гази, розчини, різноманітні матеріали та вироби, біологічні об'єкти, в яких вміст радіонуклідів перевищує значення, встановлені діючими нормами і правилами, і які не підлягають подальшому використанню. Радіоактивні відходи представляють небезпеку для людства, тому норми та правила по поводженню з РВ встановлюються Міжнародною комісією з радіологічного захисту (МКРЗ), Міжнародним агентством з атомної енергії (МАГАТЕ) та Національними законодавчими документами (Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами», «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України», «Порядок проведення державної інвентаризації радіоактивних відходів», «Вимоги до вибору майданчика для розміщення сховища для захоронення радіоактивних відходів» та ін.). Ці документи регламентують порядок збору, видалення, зберігання і поховання РВ. Слід відмітити, що в Україні головними місцями накопичення радіоактивних відходів є атомні станції (АЕС), на яких здійснюється їх первинна переробка та тимчасове зберігання. На АЕС не існує повного циклу первинної переробки відходів відповідно до вимог норм, правил та стандартів з ядерної та радіаційної безпеки, що призводить до нераціонального використання сховищ та збільшує ризик радіаційних аварій. У шести областях України розташовані регіональні підприємства спецкомбінатів Державної корпорації УкрДО «Радон» з переробки та зберігання радіоактивних відходів, які приймають на зберігання радіоактивні відходи від усіх галузей народного господарства. Ці підприємства також не мають установок для первинної переробки відходів.

Активними джерелами радіаційного забруднення навколишнього природного середовища є підприємства з видобування та переробки уранових руд, які знаходяться у Дніпропетровській, Миколаївській та Кіровоградській областях. У відвалах шахтних порід, скидах та викидах цих підприємств містяться природний уран, торій-232, продукти розпаду уранового та торієвого рядів, у тому числі і радіоактивний газ радон. Для природного середовища та людей головну небезпеку становлять великі за своїми обсягами хвостосховища та зосереджені в них радіоактивні матеріали.

Тверді РВ — відпрацьоване ядерне паливо, джерела випромінювання, устаткування, іонообмінні смоли, фільтри, залишки випаровування розчинів — соляні кеки, горючі матеріали, біологічні об'єкти.

Рідкі РВ (розчини, пульпи, органічні рідини) вважаються радіоактивними, якщо вміст в них окремих радіонуклідів або їх сумішей перевищує допустимі концентрації. Виділяють чотири основні підходи поводження з

радіоактивними відходами: 1) очищення від високоактивних домішок пилогазових і рідких відходів з подальшим скиданням низькоактивних радіоактивних відходів в атмосферу або водоймища, де відбувається їх розбавлення до дозволених рівнів; 2) скидання рідких РВ низької та середньої активності у фільтруючі колодязі і штучні підземні порожнини в глинистих товщах; 3) витримка з метою зменшення активності в тимчасових сховищах (від декілька діб до десятків років) перед переробкою і скиданням в довкілля. При тимчасовому зберіганні високоактивних рідких і твердих радіоактивних відходів передбачається їх примусове охолодження; 4) переробка РВ з метою зменшення їх об'єму і проведення робіт по ізолюванню радіоактивних відходів від біосфери. Для рідких РВ використовують осадження, екстракцію, іонний обмін (хімічні способи переробки), а також дистиляцію, затвердіння (фізичні способи). Тверді радіоактивні відходи переробляють пресуванням, спалюванням, кальцинацією (випаленням при 773–973 К), залишки уловлюють і захоронюють. На даний час надійних, абсолютно безпечних способів поховання твердих РВ немає.

Газоподібні РВ переробляють за допомогою хімічного поглинання (радіонукліди J, Вг, Ті), адсорбції, фільтрації, їх зберігають в балонах при підвищеному тиску. Кінцевим продуктом переробки різних РВ є іммобілізовані тверді радіоактивні відходи у вигляді компактних блоків. Для іммобілізації та ізолювання твердих РВ застосовують наступні способи: цементування і бітумування РВ з низькою і середньою активністю; високотемпературне випалення (кальцинація і суперкальцинація) для здобуття спечених часток; силування із застосуванням боросилікатного (при 273 К) або фосфатного (при 773 К) скла, упаковка в контейнери з нержавіючої сталі і свинцю. Тривале зберігання перероблених радіоактивних відходів (десять років) ведеться в траншеях, наземних або неглибоких підземних інженерних спорудах, забезпечених системами контролю за міграцією радіонуклідів. Поховання (на сотні років) проводять в материкових геологічних структурах (підземних виробленнях, соляних пластах, природних порожнинах) і на дні океану в сейсмічно безпечних районах. Як теоретично, розглядається можливість поховання радіоактивних відходів шляхом перетворення (трансмутації) довгоживучих радіонуклідів на короткоживучі, опромінюванням в реакторі або на прискорювачі (протонне та g-випалювання). Вибір засобу поховання залежить від активності та радіонуклідного складу відходів, міри герметизації упаковок і вірогідної тривалості поховання. Механізми міграції радіонуклідів з місць зберігання (або поховання) в довкілля можуть бути різними, основна причина — вилужування радіонуклідів з упаковок і руйнування контейнерів водою. Швидкість вилужування вважається прийнятною на рівні 10^{-5} – 10^{-8} г/см² в добу, що забезпечує зберігання протягом декілька тисяч років без забруднення довкілля вище за допустимі рівні. Згідно з Лондонською конвенцією по запобіганню забрудненню мо-

рів (1972), заборонено скидання в океан відпрацьованого ядерного палива, а також деяких видів радіоактивних відходів та інших матеріалів. В даний час більша частина високоактивних РВ, що утворюються при переробці ядерного палива в різних країнах, зберігається або у вигляді рідин (кислих або лужних), або у вигляді сольових концентратів в резервуарах з нержавіючої сталі (кислі розчини) або з низьковуглецевої сталі (лужні розчини). Поховання радіоактивних відходів здійснюють в спеціально обладнаних ємностях з нержавіючої сталі, поміщених в поверхневі шари землі вище за рівень ґрунтових вод. Транспортування, переробка і поховання радіоактивних відходів здійснюється спеціальними пунктами або спеціалізованими комбінатами. Ділянка для поховання має бути розташована поза територією перспективного розвитку населених пунктів і приміських зон на відстані не менш 500 м від водоймищ і водозаборів на місцевостях, які не затоплюються та не заболочуються. Довкола пункту або комбінату встановлюється санітарно-захисна зона радіусом не менше 1000 м. Служба пункту поховання проводить систематичний радіаційний контроль, що включає контроль нуклідного складу радіоактивних речовин в аерозолях, воді, відкритих водоймищах, підземних водах, випаданнях з атмосфери, в ґрунті, донних відкладеннях, рослинності та кормах, гідробіонтах, продуктах харчування місцевого виробництва. Зона спостереження в 3–4 рази перевищує санітарно-захисну зону.

1.6. Термічне знешкодження токсичних промислових відходів

Рідинофазне окислення токсичних відходів виробництва використовується для знешкодження рідких відходів і осадів стічних вод [16, 21]. Суть його полягає в окисленні киснем органічних і елементоорганічних домішок стічних вод при температурі 150–350°C и при тиску 2–28 МПа.

Інтенсифікації окислення в рідкій фазі сприяє висока концентрація розчиненого у воді кисню, що значно зростає при високому тиску. В залежності від тиску, температури, кількості домішок і кисню, тривалості процесу органічні речовини окислюються з утворенням органічних кислот (в основному CH_3COOH і HCOOH) або з утворенням CO_2 і H_2O .

Елементоорганічні сполуки в лужному середовищі окислюються з утворенням водяних розчинів хлоридів, бромідів, фосфатів, нітратів і оксидів металів, а при окислюванні азотовмісних речовин, крім нітратів, утворюється значна кількість амонійного азоту.

Для рідкоплазмового окислення потрібно менше енергетичних витрат, ніж при застосуванні інших методів, але він є більше дорогим. Крім цього недоліками методу є:

- висока корозійність процесу;

- утворення накипу на поверхні нагрівання;
- неповне окислення деяких речовин;
- неможливість окислення стічних вод з високою теплоотою згоряння.

Застосування цього методу доцільне при первинній переробці відходів.

Гетерогенний каталіз застосовується для знешкодження газоподібних і рідких відходів. Існують три різновиди гетерогенного каталізу промислових відходів: термокаталітичне окислення, термокаталітичне відновлення; парофазне каталітичне окислення.

Термокаталітичне окислення можна використовувати для знешкодження газоподібних відходів з низьким вмістом горючих домішок. Процес окислення на каталізаторах здійснюється при температурах менших, ніж температура samozапалювання горючих складових газу. В залежності від природи домішок і активності каталізаторів окислення відбувається при температурі 250–400°C в установках різних розмірів. В термокаталітичних реакторах успішно окисляються CO, H₂, вуглеводні (ВВ), NH₃, феноли, альдегіди, кетони, пари смол, канцерогенні та інші сполуки з утворенням CO₂, H₂O, N₂. Ступінь окислення шкідливих речовин при цьому становить 98–99,9%. Для збільшення питомої поверхні каталізу використовуються пористі керамічні носії з Al₂O₃ та оксидів інших металів, які теж володіють каталітичною активністю.

Сучасні промислові каталізатори глибокого окислення при температурі до 600–800°C не слід застосовувати при великому вмісті пилу й водяного пару. Також не застосовується метод і для переробки відходів, які містять висококип'ячі та високомолекулярні сполуки, внаслідок неповноти окислення й забивання поверхні каталізаторів. Не можна застосовувати термокаталітичне окислення при наявності у відходах навіть у невеликих кількостях Р, Pb, As, Hg, S, галогенів і їх сполук, тому що це приведе до дезактивації й руйнування каталізаторів.

Термокаталітичне відновлення використовується для знешкодження газоподібних відходів, що включають у себе нітрозні гази — утримуючі NO_x.

Парофазне каталітичне окислення застосовується для переходу органічних домішок в стічних водах у парогазову фазу з наступним окисленням киснем. При вмісті в стічних водах неорганічних і нелетких речовин можливе доповнення даного процесу вогневим методом або іншими видами знешкодження відходів. У цілому методи гетерогенного каталізу недоцільно використовувати як самостійний спосіб знешкодження токсичних відходів, а тільки як окрему ступінь в загальному технологічному циклі.

Піроліз промислових відходів. Існує два різних типи піролізу токсичних промислових відходів: окисний та сухий.

Окисний піроліз — процес термічного розкладання промислових відходів при їхньому частковому спалюванні або безпосередньому контакті з продуктами згоряння палива. Даний метод застосовується для знешкодження багатьох відходів, у тому числі «незручних» для спалювання або газифікації: важких, пастоподібних відходів, вологих осадів, пластмас, шламів з великим вмістом золи, забруднену мазутом, маслами й іншими сполуками землю, тобто тих відходів, які можуть давати згодом значне заповнення навколишнього середовища. Крім цього, окисному піролізу можуть піддаватися відходи, що містять метали та їх солі, які плавляться та розгоряються при нормальних температурах спалювання, відпрацьовані шини, кабелі в здрібненому стані, автомобільний скрап та ін. Метод окисного піролізу є перспективним напрямком ліквідації твердих промислових відходів і стічних вод.

Сухий піроліз. Цей метод термічної обробки відходів забезпечує їхнє високоефективне знешкодження й використання як палива й хімічної сировини, що сприяє створенню маловідходних і безвідхідних технологій і раціональному використанню природних ресурсів.

Сухий піроліз — процес термічного розкладання без доступу кисню. У результаті утворюється піролізний газ із високою теплоотою згоряння, рідкий продукт і твердий вуглистый залишок.

В залежності від температури, при якій протікає піроліз, розрізняють низько-, середньо- та високотемпературний піроліз.

Низькотемпературний піроліз або напівкоксування (450–550°C). Даному виду піролізу характерний максимальний вихід рідких і твердих (напівкокс) залишків і мінімальний вихід піролізного газу з максимальною теплоотою згоряння. Метод підходить для одержання первинної смоли — цінного рідкого палива, і для переробки некондиційного каучуку в мономери, які є сировиною для вторинного створення каучуку. Напівкокс можна використовувати в якості енергетичного й побутового палива.

Середньотемпературний піроліз або середньотемпературне коксування (до 800°C) дає вихід більшої кількості газу з меншою теплоотою згоряння й меншої кількості рідкого залишку й коксу.

Високотемпературний піроліз або коксування (900–1050°C). Тут спостерігається мінімальний вихід рідких і твердих продуктів і максимальне вироблення газу з мінімальною теплоотою згоряння — високоякісного пального, придатного для далекого транспортування. В результаті зменшується кількість смоли й вміст у ній цінних легких фракцій.

На сучасному етапі розвитку науки й техніки метод сухого піролізу отримує все більше поширення і є одним із самих перспективних способів утилізації твердих органічних відходів і виділення цінних компонентів з них

Вогнева переробка. Вогневий метод переробки токсичних промислових відходів класифікується в залежності від типу відходів і способам знешкодження.

Спалювання відходів, здатних горіти самостійно — найбільш простий спосіб; горіння відбувається при температурах не нижче 1200–1300°C. Слід зазначити, що даний спосіб не є доцільним через деяку цінність (більшу або меншу) горючих відходів і можливості їхнього використання зараз або в майбутньому.

Вогневий окисний метод знешкодження негорючих відходів — складний фізико-хімічний процес, який складається з різних фізичних і хімічних стадій. Вогневе окислення застосовують більшою мірою до твердих й пастоподібних відходів.

Вогневий відновний метод використовується для знищення токсичних відходів без одержання яких-небудь побічних продуктів, придатних для подальшого використання як сировини або товарного продукту. У результаті утворюються нешкідливі димові гази й стерильні шлаки, які скидаються у відвали. У такий спосіб можна знешкоджувати газоподібні й тверді викиди, побутові й деякі інші відходи.

Вогнева регенерація призначена для витягу з відходів виробництва реагентів, які використовуються у цьому виробництві, або відновлення властивостей відпрацьованих реагентів чи матеріалів. Цей різновид вогневого знешкодження забезпечує не тільки природоохоронні, але й ресурсозберігаючі цілі.

Для досягнення необхідної санітарно-гігієнічної повноти знешкодження відходів методом вогневої переробки необхідно експериментальне визначення оптимальних температур, тривалості процесу, коефіцієнта надлишку кисню в камері горіння, рівномірності подачі відходів, палива й кисню. Протікання процесу знешкодження в неоптимальних умовах приводить до появи у продуктах згоряння небажаних компонентів.

При спалюванні на смітниках пластмас, синтетичних волокон, хлоровуглеводнів у димових газах можуть утворюватися токсичні речовини: СО, бензпірен, фосген, діоксини. Для запобігання цьому розроблені камерні, барабанні, циклонні, комбіновані печі, які використовуються в залежності від фізико-хімічних властивостей сполук та агрегатного стану відходів. Додатково був розроблений доспалювач, призначений для знешкодження газових викидів, що містять органічні речовини з концентрацією не більше 10 г/м³.

Однак, вогневе знешкодження промислових відходів (чисто термічне або із застосуванням каталізаторів) приводить до знищення органічних речовин, які могли б бути цінною сировиною для цільових продуктів.

Переробка й знешкодження відходів із застосуванням плазми. Застосування низькотемпературної плазми — один з перспективних напрям-

ків в області утилізації небезпечних відходів. За допомогою плазми досягається високий ступінь знешкодження відходів хімічної промисловості, у тому числі галоїдовмісних органічних сполук; ведеться переробка твердих, пастоподібних, рідких, газоподібних, органічних і неорганічних, слаборадіоактивних, побутових, канцерогенних речовин, на які встановлені тверді норми ГДК у повітрі, воді, ґрунті та ін.

Плазмовий метод може використовуватись двома шляхами:

- плазмохімічна ліквідація особливо небезпечних високотоксичних відходів;
- плазмохімічна переробка відходів з метою одержання товарної продукції.

Найбільш ефективний плазмовий метод при деструкції вуглеводнів з утворенням CO , CO_2 , H_2 , CH_4 . Безвідаткове плазмове нагрівання твердих і рідких вуглеводнів приводить до утворення цінного газового напівфабрикату, в основному водню й окису вуглецю — синтез-газу, і розплавів суміші шлаків. Вони не завдають шкоди навколишньому середовищу при похованні в землю, а синтез-газ можна використовувати як джерело енергії на ТЕС або при виробництві метанолу, штучного рідкого палива. Крім цього, шляхом піролізу відходів можливе одержання хлористого й фтористого водню, хлористих і фтористих вуглеводнів, етанолу, ацетилену. Ступінь розкладання в плазмотроні таких особливо токсичних речовин, як поліхлорбіфеніли, метилбромід, фенілртутьацетат, хлор- і фторвмісні пестициди, поліароматичні барвники досягає 99,9998% з утворенням CO_2 , H_2O , HCl , HF , P_2O_5 .

Розкладання відходів відбувається за наступними технологічними схемами:

- конверсія відходів у повітряному середовищі;
- конверсія відходів у водному середовищі;
- конверсія відходів у пароповітряному середовищі;
- піроліз відходів при малих концентраціях.

Вибір того або іншого способу переробки, можливість варіацій по кількісному співвідношенню реагентів дозволяють оптимізувати роботу установок для широкого спектру відходів за їх хімічним складом.

Існують найрізноманітніші модифікації плазмотронних установок. Принцип їхньої конструкції й порядок роботи полягає в наступному: основний технологічний процес відбувається в камері, всередині якої перебувають два електроди (катод і анод), звичайно з міді, іноді порожні. У камері під певним тиском у заздалегідь встановлених кількостях надходять відходи, кисень і паливо, може додаватися водяна пара. У камері підтримується постійний тиск і температура. Можливе застосування каталізаторів. Існує анаеробний варіант роботи установки. При переробці відходів плазмовим методом у відновлювальному середовищі можливе одержання цінних

товарних продуктів: наприклад, з рідких хлорорганічних відходів можна одержувати ацетилен, етилен, HCl і продукти на їх основі. Оброблюючи у водневому плазмотронні фторхлорорганічні відходи, можна одержати газу, які містять 95–98% (по масі) HCl і HF.

Для зручності можливе брикетування твердих відходів і нагрівання пастоподібних до рідкого стану.

Для переробки горючих радіоактивних відходів було розроблено технологію з використанням енергії плазмових струменів повітря з уведенням чистої або галогенідовмісної активованої вуглеводневої сировини. Такий спосіб набув широкого застосування при спалюванні органічних відходів низької й середньої активності, що дозволяє перевести небезпечні відходи в інертну форму й зменшити їх об'єм у кілька разів, при цьому утворюється коксовий залишок і негорючі матеріали — шлаки, які належать до категорії кислих і вловлюються до 98% радіонуклідів (Cs^{137} , Sr^{90} , Fe^{37} , Co^{60}).

Висока енергоємність і складність процесу зумовлює його використання для переробки лише відходів, вогневе знешкодження яких не задовольняє екологічним вимогам.

1.7. Розробка маловідхідних і безвідхідних технологій і методів комплексного використання відходів видобувної промисловості, паливно-енергетичного комплексу, металургії, хімічного комплексу

Безвідхідна технологія — це практичне застосування знань, методів і засобів для забезпечення в рамках людських потреб раціонального використання природних ресурсів, енергії й захисту навколишнього середовища. Під безвідхідною технологією розуміється ідеальна модель виробництва, що у більшості випадків не може бути реалізована повною мірою, але, з розвитком технічного прогресу, усе більше наближається до ідеального. Більш конкретно під безвідхідною технологічною системою (БТС) варто розуміти таке виробництво, у результаті діяльності якого не викидаються відходи в навколишнє середовище [22, 23]. Безвідхідне виробництво представляє сукупність організаційно-технічних заходів, технологічних процесів, устаткування, матеріалів, що забезпечують максимальне й комплексне використання сировини і які дозволяють звести до мінімуму негативний вплив відходів на навколишнє середовище.

Маловідхідні й безвідхідні технології (МБТ), як правило, орієнтовані на найбільш важливі галузі народного господарства: виробництво й раціональне використання металів, будівельних матеріалів, деревини, корисних копалин. Існує кілька основних напрямків по здійсненню МБТ:

- створення й впровадження процесів комплексної переробки сировини без утворення відходів;
- переробка всіх видів відходів виробництва й споживання з одержанням товарної продукції;
- випуск нових видів продукції з урахуванням вимог її повторного використання;
- застосування замкнених систем промислового водопостачання з використанням осадів, які накопичуються в очисних спорудах;
- організація безвідхідних територіально-промислових комплексів і економічних регіонів.

При цьому необхідно дотримуватися ряду умов:

- самоочевидне використання всіх компонентів тієї або іншої сировини, які звичайно не знаходять застосування внаслідок відсутності необхідних виробничих умов і навичок обробки, і належать до відходів;
- взаємозв'язок з екологічною обстановкою, у якій реалізуються проекти (викиди в атмосферу, водойми, ґрунт, відчуження орних або придатних для інших цілей земель під захоронення або складування);
- можливість залучення в господарський обіг ресурсів, що раніше не використовувались;
- застосування однієї або мінімуму прогресивних операцій у загальному технологічному ланцюгу має приводити до необхідності переводити всю технологічну систему на новий рівень;
- можливість одержання нових матеріалів з необхідними характеристиками;
- поліпшення умов праці за рахунок скорочення процесів, супроводжуваних виділенням шкідливих газів і пилу;
- усунення шкідливих компонентів як проміжних продуктів і каталізаторів.

Найбільші обсяги відходів накопичуються у видобувній (терикони, відвали порожньої породи) і переробній промисловості (особливо в металургії і хімічній промисловості). На території України розробляється понад 4500 родовищ корисних копалин, діє близько 2000 підприємств з видобутку, збагачення та переробки різноманітної мінеральної сировини. В процесі виробничої діяльності підприємств гірничорудної, вугільної, хімічної, металургійної промисловості, теплоенергетики та ін. утворюються різноманітні і не рідко багатотонажні промислові відходи, а саме: золошлаки, металургійні шлаки, породи скельного та м'якого розкривання, вмісні породи і породи вуглевидобутку, відходи вуглезбагачення, хвости сухої і мокрої магнітної і немагнітної сепарації, кам'яні відсівні, карбонатний пил, фосфогіпс, дефекат, відходи збагачення нерудних матеріалів, стічні води, відходи виробництва будівельних матеріалів. В процесі основного виробничого циклу на гірничовидобувних, гірничозбагачувальних, металургійних, хімі-

чних підприємствах, на шахтах і вугільних розрізах, теплових електростанціях утворюються щорічно 600–660 млн. куб. м (або близько 1,5 млрд. т) твердих промислових відходів. При цьому в процесі видобутку корисних копалин на розкривних та підготовчих роботах у відвали переміщується 500 млн. куб. м піщаних, глинистих та скельних порід. Внаслідок первинної переробки, збагачення видобутої рудної, гірничорудної, вугільної і т. ін. маси утворюється 75–80 млн. куб. м, а внаслідок вторинної (тобто в ході металургійної, хімічної та ін. переробки) — 20 млн. куб. м відходів. Всього в Україні зараз у відвалах промислових підприємств знаходиться 7–7,6 млрд. куб. м всіляких відходів, в тому числі: 4,8 млрд. куб. м золошлаків, порід вуглевидобутку і вуглезбагачення, 11,6 млрд. куб. м металургійних шлаків, розкривних порід гірничорудних і гірничодобувних комбінатів. Під час видобутку вугілля щорічно на поверхню з надр піднімають близько 1 млрд. куб. м порожньої породи. З неї утворюють терикони, які займають тисячі гектарів родючої землі. Терикони «палають», утворюють хмари диму. З видобутком донецького вугілля кількість відходів порожньої породи щорічно зростає на 10% через роботу на більшій глибині з менш потужними вугільними пластами. Ці відходи можна використовувати для заповнення порожнеч вироблених шахт, при виробництві будівельного матеріалу, мінеральних добрив, у дорожньому будівництві. Для дорожнього будівництва придатні 70% пустих порід, для виробництва цементу — 24%, щебеню — 30%, кераміки — 16%, силікатної цегли — 10%. Проте, поки використовується не більше 5% подібних відходів. Зниження матеріалоемності продукції може також відбуватися за рахунок зменшення втрат під час **видобутку і збагачення руд**. При розробці Криворізького залізорудного родовища втрачається 8–8,5 млн т сировини в надрах. Зниження втрат руди на 1% забезпечує приріст запасів більш ніж на 500 тис. т за рік без витрат на розвідку, проходку гірничих виробіток, придбання устаткування. Великі резерви зниження втрат металу можуть бути досягнуті при збагаченні руди. На шести гірничо-збагачувальних комбінатах України щорічно з відходами губиться до 25% заліза. На Камиш-Бурунському ГЗК в Керчі — до 30%. У Нікопольському марганцевому басейні у відходах збагачення втрати марганцю складають 27%. Великі втрати заліза пояснюються наявністю в рудах слабомагнітних матеріалів (гематиту, маргіту та ін.), що при сучасних технологіях збагачення не можуть бути використані й ідуть у відвали. Втрати магнітного заліза складають 60%.

Значні обсяги газоподібних і твердих відходів утворюються в паливно-енергетичному комплексі. Так, при згорянні вугілля, утворюється окис кальцію — погашене вапно, що може застосовуватися для вапнування кислих (підзолистих) ґрунтів. За одну добу роботи ТЕС спилює до 10 тис. т вугілля, після чого запишається 1 тис. т шлаку і золи. Значні обсяги золошлакових відходів ряду теплових електростанцій використовуються в про-

мисловості будівельних матеріалів. Для виготовлення глинозольної та золосилікатної цегли, керамзитозолобетону, пористих заповнювачів бетонів та ін. застосовуються золошлаки і золи Бурштинської, Ладижинської, Курхівської, Вуглегірської ДРЕС, Черкаської ТЕС та ін. Треба зазначити, що застосування золошлаків в значних обсягах можливе лише після додаткового їх вивчення на вміст радіоактивних і токсичних компонентів. На Прибалтійській ДРЕС в Естонії, що працює на горючих сланцях, щорічно утворюється більш ніж три мільйони тонн золи, 55% якої використовується вдруге в сільському господарстві для вапнування ґрунтів. Ця зола багата окисами кальцію, магнію, калію і фосфору. При внесенні таких добрив у ґрунт середня врожайність зернових культур в Естонії підвищується у 2 рази. Проте, незважаючи на явну економічну вигідність такого застосування даних відходів, Прибалтійська ДРЕС зазнає збитків від утилізації золи, оскільки встановлена ціна на добрива не компенсує витрат на їхнє виробництво. Вугільна зола може бути використана для виробництва будівельних матеріалів. Ангарський гірсько-збагачувальний комбінат у Росії замість природної глини використовує золошлакові відходи Іркутської ТЕЦ. Засоби утилізації золи широко відомі, але лише 10% її в даний час використовується для виробництва будівельних матеріалів. З золи можуть бути отримані панелі з підвищеною звукоізоляцією, водостійкі бетони, шлакозольні в'язкі матеріали, керамічна плитка, стінові шлакоблоки. Як відзначалося вище, питома вага переробки золи в Україні в межах 10–14%, тоді як у США цей показник досяг 20%, у Великій Британії — 60%, у Франції — 72%, у Фінляндії — 84%. На ТЕС України утворюється 15–16 млн т золошлакових відходів, а загальна кількість золошлаків у відходах складає не менше 220 млн. т. З них може бути отриманий: пористий жужільний заповнювач легких бетонів, золошлакогіпсобетон, керамзитозолобетон, пінозолобетон, золосілікатна цегла, золошлакові стінові блоки, фасадна керамічна плитка, цементи різноманітних марок. Останнім часом в Україні використовується зола Бурштинської ДРЕС при виробництві цементу і шиферу на Здолбуновському цементно-шиферному комбінаті.

Важливим прикладом комплексного використання відходів є металургійна промисловість. **Відходи чорної металургії** утворюються вже на стадії видобутку руди. При цьому слід зазначити, що близько 70% пустих порід і відходів збагачення можна використовувати для виробництва будівельних матеріалів. Підприємства чорної металургії, видобуваючи залізну руду, всі інші компоненти, у тому числі мідь, цинк, свинець, золото відправляють у відвали. У шламосховищах Криворізьких ГЗК, що переробляють залістисті кварцити, вже накопичено 500 млн т відходів збагачення і щорічно їх стає на 70–80 млн. т більше. Криворізький гірсько-збагачувальний комбінат, одержуючи залізорудний концентрат, іншу породу відправляє у відвали, а в ній містяться смарагди, сапфіри, топази, аметисти, димчастий і чорний

агат, рідкісні метали і золото. За експертними оцінками золота у відвали цього комбінату щорічно надходить близько 10 тонн і за весь час накопичилося не менш ніж 250 тонн. При виплавці чавуну і сталі утворюються сплави (шлаки), що містять кремній, магній, кальцій, алюміній, залізо, марганець. Утилізація доменних шлаків досягає 80%. У цементній промисловості використовуються гранульовані шлаки. Бетонні конструкції з таких шлаків відрізняються довговічністю, тривкістю і стійкістю до корозії. Зі шлаків виробляють замічник природного гранітного щебеню, із розплавлених шлаків методом термічної обробки одержують жужільну пемзу — термозит. Шлаки утворюються й у кольоровій металургії, проте тут вони використовуються не більш ніж на 15%. Це пов'язано з наявністю у відходах багаточисельних рідкісних і кольорових металів. Головне завдання при цьому — вилучити максимальну кількість корисних компонентів, а потім використовувати шлаки в якості сировини в будівельній індустрії. Агломераційні виробництва також дають великий відсоток відходів. Так, очищення агломераційних газів від залізовмісного пилу здійснюється сухим або мокрим засобом. Очищення газу з використанням електрофільтрів і засобів сухого очищення пилу дозволяють усунути майже цілком скидання стічних вод. З світової практики відомо, що в ряді країн Європи пил з фільтрів феросплавних печей використовується для виплавки невуглцевого феромарганцю. У чорній металургії застосовується велика кількість вогнетривких матеріалів, що порівняно швидко зношуються. Тому для того, щоб використовувати їх повторно, запропонована технологія застосування зношених постарілих вогнетривких матеріалів у виробництві вогнетривкого бетону. Для цього вогнетривкі матеріали подрібнюються, а потім змішуються з високими марками цементу, після чого замішується звичайний цементний розчин. Роздрібнені вогнетривкі матеріали служать наповнювачем у такому будівельному розчині. З отриманого розчину виготовляється вогнетривкий бетон або окремі вогнетривкі вироби. У металургійному виробництві 80% від загальної кількості твердих промислових відходів складають шлаки. Металургійні шлаки — відходи доменного і сталеплавильного виробництва. Їх щорічно утворюється 30 млн. т (для прикладу: виплавка чавуну в 2001 році в Україні склала 26,4 млн. т, сталі — 33,5 млн. т). Ступінь їхнього використання складає 90–93%. В даний час усі шлаки можна переробляти в добрива або будівельні матеріали. Вони можуть замінити будівельні матеріали: наповнювач для залізобетонних плит і конструкцій, для одержання глиняної, силікатної або жужільної цегли, для підсипки основ залізничного полотна або автодоріг. Зі шлаків можна виготовляти грубозернистий пісок. Найбільший економічний ефект досягається при виробництві з доменних шлаків жужільної пемзи і мінеральної вати. Останнім часом виготовляють новий будівельний матеріал — шлакоситал, отриманий із суміші шлаку, піску, глини й інших компонентів. Він може застосовуватися для покриття

підлог будинків, як антикорозійний матеріал для будівельних конструкцій, для декоративного облицювання будинків, може бути використаний замість кераміки, кам'яного лиття. Економічний ефект використання шлакоциталів у будівництві обумовлений порівняно невисокою собівартістю виробів, поліпшенням якості та збільшенням довговічності конструкцій і приватних будинків; а також зменшенням питомих капіталовкладень у розвиток матеріально-технічної бази будівництва. Застосування шлакоциталових покриттів підлог зменшує витрати теплоізоляторів, збільшує термін служби підлог. Доменний шлак широко застосовується для масового виробництва різноманітного асортименту будівельних деталей (блоків, плит і т. ін.). Головними товарними виробами для реалізації з твердих промислових відходів металургії є: різноманітні види гранульованого шлаку — 54%; щебінь — 35%; жужільна пемза — 6%; зворотній продукт для металургії — 4%. Всі металургійні виробництва мають цехи з переробки доменних шлаків. Особливо важливим товарним продуктом, одержуваним на основі доменних шлаків, є гранульований шлак. У 90-х роках в Росії близько 30% цементу вироблялося на основі шлаків. За умови введення в шихту до 30% шлаку енергетичні витрати на виробництво окремих видів шлакоцементу знижуються на 20%. Широко застосовується шлак для одержання такого продукту, як жужільна пемза. Жужільна пемза використовується як пінистий наповнювач ряду конструкційних бетонів. При цьому старіння таких бетонів на відміну від наповнювачів на основі синтетичних полімерних матеріалів не супроводжується виділенням будь-яких продуктів синтетичної хімії. Важкі фракції жужільної пемзи застосовуються для одержання мінеральної вати. Жужільний щебінь, який одержують шляхом повільного охолодження шлаку, сприяє утворенню кристалічної структури. Щебінь утворюється з рідких шлаків, з остиглих шлаків і з відвалів. У металургійному виробництві працюють установки з виробництва мінеральної вати з вогненно-рідких шлаків. Використання рідких шлаків дозволяє не тільки заощаджувати сировину, але і знижувати енергетичні витрати. Трудомісткість виробництва мінеральної вати на основі рідких доменних шлаків нижча, ніж виробів із щебеню. За 10 років зросла переробка шлаків сталеплавильного виробництва. В конверторних шлаках, де міститься 40–50% Ca, 25% Fe₂O₃, 8% MnO₂, приблизно тільки 8% заліза використовують для виплавки чавуну. Це відновлює наявний в шлаках вміст марганцю, а додаткове металеве залізо дозволяє зменшити потребу у флюсі. У 90-ті роки зросла переробка феросплавних шлаків. При переробці шлаків із них вилучають металеві включення різноманітними засобами, у тому числі магнітними сепараторами. Феросплавні шлаки, що містять значний відсоток найцінніших елементів і високий відсоток заліза, доцільно використовувати в самій же металургії. Використання при виплавці чавуну, що містить істотний відсоток вуглецю, шлаків феросиліція, суміші силікатів і карбіда кремнію до-

зволяє істотно збільшити продуктивність доменної печі і знизити витрати коксу, при одночасному зменшенні витрат кварциту. Шлаки виготовлення марганцевих сплавів застосовуються при їхньому виробництві і при плавці чавуну. Це дозволяє значно заощаджувати марганець у металургійному виробництві. Прикладом безвідходного виробництва в чорній металургії є бездоменний спосіб одержання заліза на Оскольському електрометалургійному комбінаті (Росія) на основі високосортних залізних руд Курської магнітної аномалії. Застосування бездоменної (безкоксової) технології одержання сталі забезпечувало протягом ряду років підприємства Росії високоякісною металургійною продукцією. Одночасно така технологія є більш прогресивною, тому що завдає менше шкоди природному середовищу. В Україні налагоджене виробництво панелей із керамзитобетону, що дало можливість скоротити витрату цементу на 15–20%, зменшити витрату керамзитового піску на 10–15%. На Маріупольському доменному комбінаті шлаки проходять грануляцію, а старі поклади переробляються в щебінь. Щорічно виробляється 2 млн. т гранульованого шлаку і більш ніж 2 млн. т щебеню. Залізовмісні шлами також являють собою цінну вторинну сировину, тому що питома вага заліза в шламів складає біля 50%. Утилізація 1 т шламу дозволяє знизити витрати на виробництво 1 т чавуну: залізної руди — на 750 кг, марганцевої — на 40 кг, палива — на 100 кг, вапняку — на 300 кг. В усіх металургійних процесах утворюється значна кількість пилу, який необхідно уловлювати з метою вилучення металів. Основною проблемою використання металургійного пилу є підвищений вміст свинцю і цинку. Найбільш ефективним засобом утилізації пиловатих відходів і дрібної марганцевої руди є процес агломерування, а для хромових відходів — брикетування. Прискорений розвиток прокатного виробництва призвів до значного збільшення витрати води на охолодження устаткування й утворення комплексних відходів, основним із яких є прокатна окалина. Запропоновано методи очищення й утилізації окалини, які полягають у змішуванні її з іншими залізовмісними відходами і з тонкоподрібненим вугіллям. При цьому одержують комбіновані рудовугільні брикети з різноманітними сполуками (смоли, лаки та ін.). Так у Великій Британії в якості комбінованих домішок використовують суміш сажі і термоактивної смоли.

На підприємствах кольорової металургії дуже складний вміст сировини, що переробляється, та низький відсоток корисних компонентів в ній, а це створює умови для утворення найбільших з видобувної галузі об'ємів відходів на всіх стадіях виробництва: від видобутку руди до її переробки. Відомо, що витрати на мінеральну сировину в кольоровій металургії складають більше 70% усіх витрат на виробництво продукції. Процес збагачення руд кольорових металів дозволяє комплексно використовувати порівняно бідну руду на збагачувальних фабриках, що переробляють нікелеві, свинцево-цинкові руди і руди інших металів. Легка фракція, яка одержується

при цьому, використовується в якості закладного матеріалу на рудниках і в будівельній промисловості. У європейських країнах використовуються відходи, що утворюються при видобутку і збагаченні мідної руди. Нефелінові шлами також використовуються при виробництві цементу, що дозволяє підвищити продуктивність цементних печей на 30% при зниженні витрати палива. Майже усі тверді промислові відходи кольорової металургії можна використовувати для виробництва будівельних матеріалів. На Ачинському глиноземному комбінаті в Росії з другої половини 90-х років знизилася собівартість виробництва глинозему майже в 2 рази за рахунок комплексної переробки нефелінових руд на глинозем і содопродукти. Це дозволило знизити собівартість виробництва кальцинованої соди майже в 2 рази в порівнянні з іншими підприємствами. У ряді країн Східної Європи впроваджена практично безвідходна технологія переробки бокситів, при цьому утилізується так званий червоний шлам, зменшуються втрати при виробництві лужних матеріалів. По спеціальній технології одержують глинозем, оксиди заліза, продукти для цементної промисловості.

Хімічний комплекс. Виробництво фосфорних мінеральних добрив — головна сфера застосування фосфатної сировини. Із всіх видів мінеральної сировини особливе місце займають агрохімічні фосфоровмісні руди, від яких значною мірою залежить родючість ґрунтів, а з урахуванням виснаження багатой фосфором сировини найважливішою проблемою є ефективне використання корисних компонентів надр і руди.

Значення фосфору в природі надто важливе. Мінеральний фосфор входить до складу кісткової тканини хребетних і зовнішніх кістяків ракоподібних і молюсків. Фосфор присутній у м'яких тканинах рослин і тварин. Фосфорутримуючі органічні сполуки забезпечують перетворення хімічної енергії в механічну енергію м'язових тканин. Цей елемент входить до складу нуклеїнових кислот, що регулюють спадковість і розвиток організмів.

Ще один мінерал, що має велике значення й утримується в апатитових рудах — сфен. До складу даної сполуки входить титан $[\text{CaTiSi}_4(\text{O}, \text{OH}, \text{F})]$, а двооксид титану — важливий компонент при виробництві лакофарбних виробів. Перспективність сфену як сировини пов'язана з великими запасами цього мінералу на Землі та, з урахуванням комплексної переробки апатитових руд, низькою собівартістю TiO_2 , який міститься в них.

Зараз існують різні технологічні системи й способи переробки сфенового концентрату: хлорна; азотнокисла; сірчанокисла; спікання з кам'яною сіллю, кремнефторидом, сульфатом амонію. Однак найбільш прийнятною є сірчанокисла технологія, тому що інші методи дуже складні й не набули промислового розвитку. Оптимально сфеновий концентрат розкладається при використанні 50–55%-ої сірчаної кислоти з витратою її 1,5 т на 1 т концентрату й протіканні процесу протягом 20–30 годин і при температурі

130°C. У результаті одержують 1 т товарного TiO_2 на кожні 4 т сфенового концентрату й 6 т сірчаної кислоти.

У нашій країні й за рубежом проводяться роботи з одержання з горючих сланців бітумів, масляних антисептиків для деревини, отрутохімікатів, сірки, гіпосульфїту, бензолу, лаків, клеїв, дубителів, жужільної вати, матів для будівельної індустрії, портландцементу й багато чого іншого.

У хімічній промисловості також використовуються відходи виробництва діметилтерефталату для синтезу алкідних полімерів. Відходи каталізаторів виробництва мономерів використається в будівельних лакофарбових пігментах. Відходи гідроксилівмісних сполук від виробництва ксилїту йдуть на виготовлення простих і складних олігоєфірів — компонентів лакофарбних матеріалів; відходи виробництва меламіну — поверхнево-активних речовин (ПАР). Каталізатори алкілування бензолу виготовляють із алюмовмісних відходів кабельної промисловості, відходи виробництва капролактаму — компонента мастильних матеріалів або пластифікуючої добавки до бетонних сумішей.

З каталізаторів нафтопереробки виділяються металеві компоненти: $\text{Mo}(\text{SO}_4)_3$, V_2O_5 , тригідрат оксиду алюмінію, Ni-Mo концентрат та ін. Можливе використання кислих гудронів для виділення з води амонійних солей, придатних для використання, як у прїсній воді, так і в морській. Кислі гудрони можна застосовувати разом з нафтовими шлаками в дорожньому та комунальному будівництві.

Підбиваючи підсумок всьому вищенаведеному, можна відмітити, що, незважаючи на тривалість вивчення проблеми, утилізація й переробка відходів різних галузей промисловості зараз, як і раніше, не ведеться на належному рівні [24].

Гострота проблеми, незважаючи на достатню кількість шляхів вирішення, визначається збільшенням рівня утворення й нагромадження промислових відходів. Зусилля зарубіжних країн спрямовані, насамперед, на попередження й мінімізацію утворення відходів, а потім — на їхню рециркуляцію, вторинне використання й розробку ефективних методів остаточної переробки, знешкодження й остаточного видалення, а захоронення тільки відходів, які не забруднюють навколишнє середовище.

Всі ці заходи, безперечно, зменшують рівень негативного впливу відходів промисловості на природу, але не вирішують проблему прогресуючого їхнього нагромадження в навколишньому середовищі й, отже, це збільшує небезпеку проникнення в біосферу шкідливих речовин під впливом техногенних і природних процесів, як це сталося, наприклад, в результаті техногенної катастрофи в Угорщині в 2010 р.

Розмаїтість продукції, яка при сучасному розвитку науки й техніки може бути безвідходно отримана й спожита, досить обмежена, досяжна

лише на ряді технологічних ланцюгів і тільки в високорентабельних галузях.

Незважаючи на тривалу орієнтацію промисловості нашої країни на ресурсозберігаючі технології, це відображало скоріше економічні цілі виробництва, ніж запобігання шкідливого впливу на природу.

Раніше вважалося перспективним способом зниження забруднення навколишнього середовища спалювання токсичних побутових і промислових відходів, при якому виключення забруднення навколишнього середовища високотоксичними речовинами можливо тільки на вкрай дорогих спеціальних заводах, які не окуповують витрати на будівництво й експлуатацію у результаті своєї діяльності. Рух до мінімізації негативного впливу промислових відходів на навколишнє середовище варто здійснювати за двома магістральними напрямками:

- а) технологічне — підвищення екологічної безпеки виробництва;
- б) екозахисне — стабілізація й ізоляція небезпечних відходів від природного середовища.

Багатобічне й глибоке вирішення проблеми утилізації й переробки промислових відходів — тривалий і кропіткий процес, яким має займатися ряд поколінь учених, інженерів, техніків, екологів, економістів, робітників різного профілю й багатьох інших фахівців.

Питання для самоконтролю

- 1) Яка сучасна екологічна ситуація в світі? В чому полягає стратегія захисту навколишнього середовища?
- 2) Які існують критерії оцінки твердих відходів? Як класифікуються відходи?
- 3) Які основні вимоги до зберігання відходів? Що собою представляють наземні полігони?
- 4) В чому полягає термічне знешкодження твердих відходів?
- 5) Які є методи зберігання відходів промисловості?
- 6) Для чого використовують сховища промислових відходів?
- 7) Як зберігають вибухонебезпечні відходи?
- 8) В чому полягає правильне поводження з радіоактивними відходами?
- 9) Що таке маловідхідні і безвідхідні технології?
- 10) В чому полягає метод комплексного використання відходів промисловості?

Бібліографічний список

Основна використана література

1. Конституція України, Закон від 28.06. 1996 р. № 254к/96-ВР // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 22.06.2017)
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». — К.: Україна, 1991. — 59 с.
3. Закон України «Про відходи» // Відомості Верховної Ради. — 1998. — № 36–37. — Ст. 242.
4. *Супруненко О.М.* Сміттева ера: від світання до смеркання // Дзеркало тижня. — № 34 (358). — 1–7 вересня 2001.
5. *Біляський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю.* Основи екологічних знань. — К., 2000. — 338с.
6. *Бобович Б.Б., Девяткин В.В.* Переработка отходов производства и потребления : Справочное издание / Под ред. д. т. н., проф. Б.Б. Бобовича. — М.: Интармет Инжиниринг, 2000. — 296 с.
7. ДСТУ ДК 005-96. Класифікатор відходів. — К.: Держстандарт України, 1996. — 305 с.
8. (ДСанПіН 2.2.7.029-99). Державні санітарні правила та норми. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/ru/v0029588-99> (дата звернення: 22.06.2017)
9. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). — 1995. — № 27.
10. *Беспамятнов Г. Л., Кротов Ю. А.* Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде : Справочник. — Л.: Химия, 1985. — 528 с.
11. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» № 379/1404 (z0379-96), затверджено МО З України від 19.06.96 р. // База даних «Законодавство України»/ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96> (дата звернення: 22.06.2017)
12. Постанова КМУ №1218 від 3.08.1998 р «Про затвердження Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів» // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1218-98-%D0%BF> (дата звернення: 22.06.2017)
13. Инструкция заполнения формы государственного статистического наблюдения № 1-опасные отходы «Отчет об образовании, обработке и утилизации отходов I–III классов опасности. Утвержденная приказом Госкомстат Украины 24 октября 2006 г. № 494 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1195-06> (дата звернення: 22.06.2017)
14. *Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В.* Технология отходов (Технологические процессы в сервисе) : учебник. – М.: ГОУВПО «МГУС», 2006. — 410 с.
15. *Пальгунов П.П., Сумаряков М.В.* Утилизация промышленных отходов. — М.: Стройиздат, 1990. — 347 с.

16. Утилізація твердих промислових відходів : Каталог вист. / Харк. держ. наук. б-ка ім. В.Г. Короленка ; уклад. В.О.Кривошей. —Х., 2005. — 41с.
17. *Родионов А.И., Клушин В.Н., Торошечников Н.С.* Техника защиты окружающей среды. — М.: Химия, 1989. — 512 с.
18. Кодекс України «Про надра». (від 27.07.1994 № 132/94-ВР редакція діє з 04.12.2010). // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/132/94-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 22.06.2017)
19. СНИП 2.01.28-85 «Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию» // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: https://znaytovar.ru/gost/2/SNiP_2012885_Poligony_po_obezv.html (дата звернення: 22.06.2017)
20. *Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П.* Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. — М.: Химия, 1990.
21. *Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г.* Общая химическая технология. — М.: Высшая школа, 1990. — 520 с.
22. *Равич Б.М., Окладников В.П., Лыгач В.Н. и др.* Комплексное использование сырья и отходов. — М.: Химия, 1988. — 280 с.
23. Рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про державне регулювання у сфері поводження з відходами (Введено в дію Указом Президента № 31/2010 від 15.01.2010) // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0001525-10> (дата звернення: 22.06.2017)

Література, рекомендована для поглибленого вивчення курсу

24. *Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю.* Основи екології : Підручник / 2-ге вид. — К.: Либідь, 2005. — 408 с.
25. *Савицький В.М., Хільчевський В.К., Чунарьов О.В., Яцюк М.В.* Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води : навч. посіб. / За ред. В.К.Хільчевського. — К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2007. — 152 с.
26. *Радовенчик, В. М.* Тверді відходи: збір, переробка, складування : навч. посіб. для вищ. навч. закладів / В. М. Радовенчик, М. Д. Гомеля. — К.: «Кондор», 2010. — 549 с.
27. *Гринин А.С., Новиков В.Н.* Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка : учеб. пособие. — М.: Гранд, 2002. — 330 с.
28. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда / под ред. А. П. Александрова ; 2 изд. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 312 с.
29. *Дмитриев В.И., Корицунов Н.Н., Соловьев Н.И.* Термическое обезвреживание отходов хлорорганических производств // Химическая технология. — 1996. — №5. — С. 24–26.
30. *Шпирт М.Я.* Безотходная технология. Утилизация отходов добычи и переработки твердых горючих ископаемых. — М.: Недра, 1988. — 255 с.

31. *Петрук В.Г., Яворська О.Г. та ін.* Екологічні аспекти термічного знешкодження непридатних отрутохімікатів : монографія. — Вінниця: «УНІВЕРСУМ», 2006. — 254 с.
32. *Вредные вещества в промышленности : Справочник. Т.1.* / Под ред. Н.В.Лазарева. — Л., 1977. — 592 с.
33. *Кафаров В. В.* Принципы создания безотходных химических производств. — М.: Химия, 1982. — 288 с.
34. *Філіпенко А.С., Рогач О.І., Шнирков О.І.* Світова економіка : підручник. — К.: Либідь, 2002. — 582 с.

2. КЛАСИ НЕБЕЗПЕКИ ВІДХОДІВ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Згідно із законом України «Про охорону навколишнього середовища» підприємства, організації, установи та громадяни повинні приймати заходи зі зменшення об'ємів утворення виробничих, побутових та інших відходів та їх знешкодження, переробки, безпечному складуванню та захороненню.

Складування, зберігання та розміщення відходів допускається лише за наявності дозволу на визначених місцевими органами правління (рада, держадміністрація) територіях у межах встановлених лімітів з дотриманням санітарних та екологічних норм способом, що забезпечує можливість їх подальшого господарського використання та безпеку для навколишнього середовища та здоров'я людини.

До промислових відходів відносяться відходи виробництва та сфери споживання. Відходи виробництва та сфери споживання в залежності від фізичних, хімічних та біологічних характеристик всієї маси відходу або його окремих інгредієнтів поділяється на чотири класи небезпеки:

- 1-й клас — відходи надзвичайно небезпечні;
- 2-й клас — відходи високонебезпечні;
- 3-й клас — відходи помірно-небезпечні;
- 4-й клас — відходи мало-небезпечні.

Клас небезпеки відходів визначається їх токсичністю. Токсичними відходами називаються такі відходи, які утворюються в процесі технологічного циклу і мають в своєму складі активні речовини, що викликають токсичний ефект. Клас небезпеки відходів визначається їх виробником або за його дорученням.

Визначення класу небезпеки промислових відходів здійснюється:

- Експериментальним шляхом на піддослідних тваринах згідно до ГОСТ 12.1.007-76 у організація, акредитованих на виконання таких робіт;
- Розрахунковим методом, з використанням фізико-хімічного складу, LD_{50} ат ГДК інгредієнтів відходів в ґрунті згідно до ДСанПІН 2.2.7.029-99.

2.1. Визначення індексу токсичності та класу небезпеки відходів розрахунковим методом

Якщо для конкретного виду промислових відходів розроблена та впроваджена технологія утилізації, знешкодження або обробки, які призводять до усунення або значному зменшенню негативного впливу відходів на навколишнє середовище, та, насамперед, ґрунт, клас небезпеки відходів визначають за LD_{50} згідно з формулами (2.1) та (2.2).

$$K_i = \frac{\lg(LD_{50})_i}{(S+0.1F+C_B)_i}, \quad (2.1)$$

де K_i — індекс токсичності кожного хімічного інгредієнту, який входить до складу відходу;

$\lg(LD_{50})_i$ — середньо-смертельна доза (мг/кг) хімічного інгредієнту при введенні в шлунок теплокровної тварини;

S — коефіцієнт розчинності речовини у воді, в г/100 г води, при використанні в формулі (2.1 та 2.3) її ділять на 100 та отримують безрозмірний коефіцієнт;

F — коефіцієнт летючості хімічного інгредієнта (тиск насиченої пари в мм рт.ст. при 25°C, поділене на 760);

C_B — маса інгредієнту в загальній масі відходу, т/т;

i — порядковий номер конкретного інгредієнту.

Величину K_i визначають до першого знаку після коми. Після розрахунку K_i для інгредієнтів відходу відбирають не більше 3-х, але й не менше 2-х ведучих, які мають найменші K_i ; при цьому $K_1 < K_2 < K_3$ крім того повинна дотримуватися умова $2 K_1 \geq K_3$ для розрахунку класу небезпеки відходу.

Потім розраховують сумарний індекс токсичності (K_Σ) за допомогою двох або трьох вибраних індексів згідно з формулою (2.2):

$$K_\Sigma = \frac{1}{n^2} * \sum_{i=1}^n K_i, \text{ де } n \leq 3 \quad (2.2)$$

Після цього за допомогою табл. 2.1 визначають клас небезпеки та ступінь токсичності відходу.

За відсутності LD_{50} для інгредієнтів відходу, але при наявності класу небезпеки цих інгредієнтів в повітрі робочої зони (ГОСТ 12.1.005-88), необхідно в формулу (2.1) підставити умовні величини LD_{50} , які орієнтовно визначені за класом небезпеки в повітрі робочої зони (табл. 2.2).

Класифікація небезпеки відходів за ЛД₅₀

Величина К _Σ , отримана на основі ЛД ₅₀	Клас небезпеки	Ступінь токсичності
Менше 1,3	I	Надзвичайно небезпечні
Від 1,3 до 3,3	II	Високо небезпечні
Від 3,4 до 10	III	Помірно небезпечні
Від 10 та більше	IV	Мало небезпечні

Клас небезпеки в повітрі робочої зони та відповідні величини ЛД₅₀

Клас небезпеки в повітрі робочої зони	Еквівалент ЛД ₅₀ , (мг/кг)	Lg(ЛД ₅₀)
I	15	1,176
II	150	2,176
III	5000	3,699
IV	<5000	3,778

2.2. Визначення індексу токсичності відходів та класу їх небезпеки розрахунковим методом за ГДК в ґрунті

Враховуючи те, що значна частина небезпечних промислових відходів не має впроваджених схем утилізації, знешкодження або обробки та видаляється методом захоронення, або використовується у вигляді добавок або прошарків на полігонах твердих промислових відходів, та можуть мати безпосередній контакт з об'єктами навколишнього середовища, для визначення класу небезпеки таких відходів необхідно застосовувати ГДК їх хімічних складових в ґрунті у відповідності з формулою (2.3):

$$K_1 = \frac{ГДК_{i, \text{ґрунту}}}{(S+0.1F+C_B)_i}, \quad (2.3)$$

де ГДК_i — гранично допустима концентрація токсичної хімічної речовини, що міститься у відході, в ґрунті;

K₁ — індекс токсичності кожного хімічного інгредієнту, який входить до складу відходу;

S — коефіцієнт розчинності речовини у воді в г/100 г води, при використанні в формулі (2.1 і 2.3) її ділять на 100 та отримують безрозмірний коефіцієнт;

F — коефіцієнт летючості хімічного інгредієнта (тиск насиченої пари в мм.рт.ст. при 25°C, поділене на 760);

G_v — маса інгредієнту в загальній масі відходу, т/т;

i — порядковий номер конкретного інгредієнту.

Величину K_i — визначають до першого знаку після коми. Після розрахунку K_i для інгредієнтів відходу відбирають не більше 3-х, але й не менше 2-х ведучих, які мають найменші K_i ; при цьому $K_1 < K_2 < K_3$ крім того повинна дотримуватися умова та $2 K_1 \geq K_3$ для розрахунку класу небезпеки відходу.

Сумарний індекс токсичності K розраховують за формулою (2.2), після цього за допомогою табл. 2.3 визначають клас та ступінь токсичності відходу за ГДК в ґрунті.

Таблиця 2.3

Класифікація небезпечних відходів за ГДК хімічних речовин в ґрунті

Величина K_{Σ} , отримана на основі ГДК в ґрунті	Клас небезпеки	Ступінь токсичності
Менше 2	I	Надзвичайно небезпечні
Від 2 до 16	II	Високо-небезпечні
Від 16,1 до 30	III	Помірно-небезпечні
Від 30,1 та більше	IV	Мало-небезпечні

Затвердження класу небезпеки промислових відходів проводить Міністерство охорони здоров'я України з дозволу Міністерства екології, природних ресурсів та ядерної безпеки.

В основу розрахункового методу визначення класу небезпеки відходів покладені:

- ймовірний принцип при оцінці можливого впливу промислових відходів на навколишнє середовище;
- використання гігієнічних регламентів та параметрів токсикометрії як найбільш значущих при оцінці можливого впливу промислових відходів;
- оцінка класу небезпеки суміші складного складу за ведучими компонентами суміші;
- принцип взаємозамінності параметрів токсичності;
- оптимальне поєднання доступних гігієнічних, токсикологічних та фізико-хімічних параметрів, що дозволяють адекватно оцінити ймовірність шкідливого впливу токсичних речовин на навколишнє середовище;

Критерії шкідливого впливу:

- гранично-допустима концентрація (ГДК) речовин в ґрунті;

- клас небезпеки речовини при наявності ГДК в повітрі робочої зони;
- середньо-смертельна доза речовини (LD_{50}) при введенні у шлунок піддослідної тварини;
- розчинність хімічних компонентів у воді;
- вміст компонентів в загальній масі відходу;
- летючість речовини.

Розрахунок індексу токсичності інгредієнтів відходів проводиться за формулою (2.2) з вищезазначеної документації.

Величину LD_{50} інгредієнтів знаходять за довідниковою літературою, розчинність у воді та летючість — за довідником хіміка та довідником з розчинності.

Після розрахунку K_i інгредієнтів відходу для розрахунку сумарного індексу токсичності K_{Σ} відбирають не більше 3-х, але й не менше 2-х ведучих, які мають найменші K_i ; при цьому $K_{i1} < K_{i2} < K_{i3}$ крім того повинна дотримуватися умова та $2 K_{i1} \geq K_{i3}$.

Розрахунок сумарного індексу токсичності (K_{Σ}) відходу проводиться за формулою (2.2).

Показники хімічних речовин (інгредієнтів відходів), що використані в розрахунках класів небезпеки (клас небезпеки, ГДК в повітрі робочої зони або ґрунті, LD_{50} , летючість, розчинність в воді), бралися з довідникової літератури та нормативної документації.

Фізико-хімічні властивості інгредієнтів, величини експериментально знайдених LD_{50} або еквіваленти LD_{50} та класи небезпеки інгредієнтів за ГОСТ 12.1.005-88, наведено у табл. 2.4.

2.3. Приклади визначення класу небезпеки відходів

1. Визначення класу небезпеки відходів у вигляді активованого вугілля

Відхід представляє собою тверду розсипчасту масу темного кольору. Утворюється при проведенні фільтрації продукту, отриманого при етерифікації нижчих дикарбонових кислот бутиловим спиртом.

**Найменування компонентів у відходах, їх фізико-хімічні властивості,
ЛД₅₀ та клас небезпеки за ГОСТ 12.1.005-88**

№ з/п	Найменування інгредієнту у відходах	Коефіцієнт летючості, F	Коефіцієнт розчинності у воді, S	Клас небезпеки за ГОСТ 12.1.005-88	Еквівалент ЛД ₅₀ , мг/кг	Література
1	Вугілля активоване	0	0	IV	5000	1,3
2	Діалкіловий ефір адипінової кислоти	0 (T _{кип} 151°C)	0	III	5000	1,2
3	Бавовняна тканина (бельтинг, бязь)	0	0	IV	5000	1
4	Динатрієва сіль адипінової кислоти	0 (T _{кип} 149–150°C)	0,35	III	5000	4
5	Натрій сірчаноокислий	0 (T _{кип} 884°C)	0,192	IV	5000	1,5
6	Кальцію гідроксид	0	0,00155	III	5000	5,6
7	Міді гідроксид	0	0	III (по міді)	150	1,5
8	Натрій азотноокислий	0 (T _{кип} 307°C)	0,876	III	5000	5,8
9	Заліза гідроксид (III)	0	0	IV	5000	5,9
10	Залізо ванадієвокисле	0	0,0007	II	150	1,5
11	Кальцій вуглекислий	0	0	IV	5000	1,5
12	Кальцій сірчаноокислий	0	0	IV	5000	1,5
13	Мідь вуглекисла (гідроксокарбонат, Cu ₂ (OH) ₂ CO ₃)	0	0	II (по міді)	150	1,5
14	Папір фільтрувальний	0	0	IV	5000	1

Дані про вміст інгредієнтів у відході, їх індекси токсичності та клас склад відходу: активоване вугілля — 71,46%, діалкіловий ефір нижчих дикарбонових кислот (бурштинової, глутарової, адипінової) — 28,54%. Протягом року утворюється 211,8 кг відходу.

Небезпеки відходу представлені в нижчеподаній таблиці.

**Вміст інгредієнтів у відході, їх індекси токсичності
та клас небезпеки відходу**

№ з/п	Найменування інгредієнтів відходу	Вміст інгредієнтів у відході, т/т	Індекс токсичності інгредієнту, K_i	Сумарний індекс токсичності, K_{Σ}	Клас небезпеки відходу
1	Активоване вугілля	0,7146	5,28	$K_{\Sigma} = 5,2$ (за індексом токсичності активованого вугілля)	III-й (помірно небезпечний)
2	Ефіри діалкілові нижчих дикарбонових кислот	0,2854	12,9		

Розрахунок індексів токсичності інгредієнтів відходу виконано за формулою (2.1):

$$K_{\text{акт.вуг}} = \frac{\lg(LD_{50})_i \left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(S + 0.1F + C_B)_i} = \frac{\lg > 5000 \left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(0 + 0,1 * 0 + 0,7146)} = \frac{3,778}{0,7146} = 5,28,$$

$$K_{\text{діалкіл.ефір ниж.дикарб.кисл.}} = \frac{\lg(LD_{50})_i \left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(S + 0.1F + C_B)_i} = \frac{\lg 5000 \left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(0 + 0,1 * 0 + 0,2854)} = \frac{3,699}{0,2854} = 12,96.$$

Сумарний індекс токсичності (K_{Σ}) прийнятий за індексом токсичності активованого вугілля, тому що (згідно з Методикою «Визначення індексу токсичності та класу небезпеки відходів розрахунковим методом») $2K_1 < K_2$, що не дозволяє використовувати формулу (2.2).

Висновки. Виходячи з величини сумарного індексу токсичності ($K_{\Sigma} = 5,2$) та згідно з табл. 2.1 вищевказаної Методики, відхід, що утворюється при фільтрації діалкілових ефірів нижчих дикарбонових кислот (активоване вугілля), відноситься до III-го класу небезпеки (помірно небезпечний).

2. Визначення класу небезпеки відходу у вигляді відпрацьованих фільтрувальних матеріалів зі стадії фільтрації діалкілових ефірів нижчих дикарбонових кислот

Відхід представляє собою відпрацьовані фільтрувальні тканини (бязь, бельтинг) та фільтрувальний папір, що утворюються при фільтрації діалкілових ефірів нижчих дикарбонових кислот.

Склад відходу:

- а) Фільтрувальна тканина «Бельтинг» — 34,7%, фільтрувальний папір 0–62,9%, ефіри — 2,4%.
- б) Фільтрувальна тканина «Бязь» — 35,6%, фільтрувальний папір — 61,8%, ефіри — 2,6%. Протягом року утворюється більше 96 кг відходу.

Дані про вміст інгредієнтів у відході, їх індекси токсичності та клас небезпеки відходу представлені в нижчеподаній таблиці.

Таблиця 2.6

Вміст інгредієнтів у відході, їх індекси токсичності та клас небезпеки відходу

№ з/п	Найменування інгредієнтів відходу	Вміст інгредієнтів у відході, т/т	Індекс токсичності інгредієнту, K_i	Сумарний індекс токсичності, K_{Σ}	Клас небезпеки відходу
Відхід у складі бельтингу, фільтрувального паперу та ефірів					
1	Фільтрувальна тканина «Бельтинг»	0,347	10,8	$K_{\Sigma} = 10,8$ (за індексом токсичності фільтрувальної тканини)	IV-й (мало небезпечний)
2	Фільтрувальний папір	0,629	-		
3	Діалкілові ефіри нижчих дикарбонових кислот	0,024	154,1		
Відхід у складі бязі, фільтрувального паперу та ефірів					
4	Фільтрувальна тканина «Бязь»	0,356	10,6	$K_{\Sigma} = 10,6$ (за індексом токсичності фільтрувальної тканини)	IV-й мало небезпечний)
5	Фільтрувальний папір	0,618	-		
6	Діалкілові ефіри нижчих дикарбонових кислот	0,026	142,2		

Розрахунок індексів токсичності інгредієнтів відходів виконано за формулою (2.1) Методики «Визначення індексу токсичності та класу безпеки відходів розрахунковим методом»:

$$K_{\text{бельтинг}} = \frac{\lg(LD_{50})_i \left(\frac{\text{мг}}{\text{кг}}\right)}{(S + 0.1F + C_B)_i} = \frac{\lg > 5000\left(\frac{\text{мг}}{\text{кг}}\right)}{(0 + 0,1 * 0 + 0,347)} = \frac{3,778}{0,347} = 10,8,$$

$$K_{\text{зди.ефір}} = \frac{\lg(LD_{50})_i \left(\frac{\text{мг}}{\text{кг}}\right)}{(S + 0.1F + C_B)_i} = \frac{\lg 5000\left(\frac{\text{мг}}{\text{кг}}\right)}{(0 + 0,1 * 0 + 0,0024)} = \frac{3,699}{0,0024} = 154,1,$$

$$K_{4\text{фiльт.п}} = \frac{\lg(LD_{50})_i \left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(S + 0.1F + C_B)_i} = \frac{\lg > 5000\left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(0 + 0,1 * 0 + 0,356)} = \frac{3,778}{0,356} = 10,6 \quad ,$$

$$K_{6\text{ди.ефир}} = \frac{\lg(LD_{50})_i \left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(S + 0.1F + C_B)_i} = \frac{\lg 5000\left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(0 + 0,1 * 0 + 0,0026)} = \frac{3,699}{0,0026} = 142,2.$$

Сумарний індекс токсичності (K_{Σ}) для обох видів відходів прийнятий за індексом токсичності фільтрувальних тканин, тому що (згідно з Методикою «Визначення індексу токсичності та класу небезпеки відходів розрахунковим методом») $2K_1$ або $2K_4$ менше відповідно K_3 або K_6 , що не дозволяє використовувати формулу (2).

Висновки. Виходячи з величини сумарного індексу токсичності ($K_{\Sigma} = 10,8$ та $10,6$) та згідно з табл. 2.1 вищевказаної Методики відхід фільтрувальних тканин та паперу, забруднених, відноситься до IV-го класу небезпеки (мало небезпечний).

3. Визначення класу небезпеки відходу у вигляді шламу, що утворився при фільтрації готового продукту — діалкілових ефірів нижчих дикарбонових кислот

Відхід представляє собою розсіпчасту масу, що утворюється при фільтрації технічного продукту — діалкілових ефірів нижчих дикарбонових кислот.

Протягом року утворюється до 2-х т відходу.

Склад відходу: кальцію гідроокис — 26,69%, міді гідроокис — 19,22%, залізо ванадієвокисле — 16,32%, кальцій вуглекислий — 12,26%, кальцій сірчаноокислий — 10,66%, заліза гідроксид — 3,38%, міді гідроксид вуглекислий — 2,46%, натрій азотноокислий — 1,71%, натрієві солі нижчих дикарбонових кислот — 0,25%, натрій сірчаноокислий — 0,31%, волога — 6,74%.

Вміст інгредієнтів в розрахунку на зневоднений відхід: кальцію гідроокис — 28,83%, міді гідроокис — 20,60%, залізо ванадієвокисле — 17,49%, кальцій вуглекислий — 13,14%, кальцій сірчаноокислий — 11,43%, заліза гідроксид — 3,62%, міді гідроксид вуглекислий — 2,63%, натрій азотноокислий — 1,83%, натрієві солі нижчих дикарбонових кислот — 0,26%, натрій сірчаноокислий — 0,33%.

Дані про вміст інгредієнтів у відході, їх індекси токсичності та класу небезпеки відходу представлені в нижчеподаній таблиці.

Вміст інгредієнтів у відході, їх індекси токсичності та клас небезпеки відходу

№ з/п	Найменування інгредієнтів відходу	Вміст інгредієнтів у відході, т/т	Індекс токсичності інгредієнту, K_i	Сумарний індекс токсичності, K_{Σ}	Клас небезпеки відходу
1	Кальцію гідроокис	0,2883	12,8	$K_{\Sigma} = 4,1$ (за індексом токсичності натрію азотнокислого)	III-й (помірно небезпечний)
2	Міді гідроокис	0,2060	10,5		
3	Залізо ванадієвокисле	0,1749	12,4		
4	Кальцій вуглекислий	0,1314	28,7		
5	Кальцій сірчаноокислий	0,1143	26,4		
6	Заліза гідроксид	0,0362	104,3		
7	Натрій азотнокислий	0,0183	4,1		
8	Міді гідроокис вуглекислий	0,0263	82,7		
9	Натрієві солі нижчих дикарбонових кислот	0,0026	9,6		
10	Натрій сірчаноокислий	0,0033	19,3		

Розрахунок індексів токсичності інгредієнтів відходів виконано за формулою (2.1) Методики «Визначення індексу токсичності та класу небезпеки відходів розрахунковим методом»:

$$K_{1\text{кальцій гідроокис}} = \frac{\lg 5000\left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(0,00155 + 0,1 * 0 + 0,2883)} = \frac{3,699}{0,2899} = 12,8$$

$$K_{2\text{міді гідроокис}} = \frac{\lg 150\left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(0 + 0,1 * 0 + 0,2060)} = \frac{2,176}{0,2060} = 10,5$$

$$K_{3\text{залізо ванадієвокисле}} = \frac{\lg 150\left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(0,0007 + 0,1 * 0 + 0,1749)} = \frac{2,176}{0,1756} = 12,4$$

$$K_{4\text{кальцій вуглекислий}} = \frac{\lg > 5000\left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(0 + 0,1 * 0 + 0,1314)} = \frac{3,778}{0,1314} = 28,7$$

$$K_{5\text{залізо гідроокис}} = \frac{\lg > 5000\left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}}\right)}{(0 + 0,1 * 0 + 0,0362)} = \frac{3,778}{0,0362} = 104,3$$

$$K_{6 \text{ натрій азотнокислий}} = \frac{\lg 5000 \left(\frac{\text{МГ}}{\text{КГ}} \right)}{(0,870 + 0,1 * 0 + 0,0183)} = \frac{3,699}{0,888} = 4,1$$

Аналогічно виконані розрахунки індексів токсичності і двох інгредієнтів відходів.

Сумарний індекс токсичності (K_{Σ}), взятий за найменшим показником індекси токсичності натрію азотнокислого (K_7), який дорівнює 4,1, що відповідає III-му класу небезпеки (помірно небезпечний).

Висновки. Відхід у вигляді шламу, що утворився при проведенні фільтрації проміжних та кінцевого продуктів, відноситься до III-го класу небезпеки (помірно небезпечний) згідно з табл. 2.1 Методики «Визначення індексу токсичності та класу небезпеки відходів розрахунковим методом».

2.4. Висновки

Аналіз відходів виробничої діяльності підприємства показав, що відходи відносяться до 3-го та 4-го класам небезпеки (відпрацьоване активоване вугілля, відпрацьована фільтрувальна тканина, фільтрувальний папір, шлам), що зумовлює можливість їх захоронення в спеціально відведених місцях (полігонах).

Додаткова інформація до розділу 2

Таблиця 2.8

Фізико-хімічні й токсикологічні властивості інгредієнтів, що входять до складу промислових відходів

Назва	Формула	Р насиченої пари, мм рт.ст	Розчинність, г/100 г води	LD ₅₀	ГДК р.з.	Клас небезпеки
1	2	3	4	5	6	7
1 Алюміній (А₁)	Al	0	0		2	III
2 А₁ гідроксид	Al(OH) ₃	0	0,00001		6	III
3 А₁ калію сульфат	Al(SO ₄) ₂ * *12H ₂ O	0	5,9		2	III
4 А₁ нітрат наонагідрат	Al(NO ₃) ₃ * *9H ₂ O	0	241	204		
5 А₁ нітрид	Al	0	0		2	III
6 А₁ оксид	AlO ₃	0	0		2	III
7 А₁ фтористий	AlF ₃	0	0,559		2,5	III
8 А₁ сульфат	Al ₂ (SO ₄) ₃	0	38,5	370		
9 А₁ хлорид	AlCl ₃	0	45,1	150		
10 Аміак (А₂)	NH ₃	0	52,6		20	IV
11 А₂ сульфат	(NH ₄) ₂ SO ₄	0	75,4	4200		
12 А₂ хрому сульфат	NH ₄ Cr(SO ₄) ₂	0	10,78	11,9		
13 Ванадій (В)	V	0	0			
14 В карбід	VC	0	0		3	III
15 В оксид (III)	V ₂ O ₃	0	0		0,5	II
16 В оксид (V)	V ₂ O ₅	0	0,07	23,4	0,1	II
17 В хлорид	VCl ₃	0		24	0,5	II
18 Залізо (З)	Fe	0	0	98600		
19 З оксид	FeO, Fe ₃ O ₄ , Fe ₂ O ₃	0	0		10	III
20 З сульфат	Fe ₂ (SO ₄) ₃	0	0	533		
21 З хлорид	FeCl ₃	0	96,6	59		
22 Кадмій (К₁)	Cd	0	0	890	0,01	I
23 К₁ оксид	CdO	0	0,00048	67	0,1	II
24 К₁ сульфат	CdSO ₄	0	76,4	47	0,01	I
25 К₁ хлорид	CdCl ₂	0	114,1	67	0,01	I
26 К₁ нітрат тетрагідрат	Cd(NO ₃) ₂ * *4H ₂ O	0	149,4	47	0,01	I
27 Кобальт (К₂)	Co	0	0		0,5	I

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7
28 К₂ оксид	Co, Co ₃ O ₄ , Co ₂ O ₃	0	0	202	0,02	I
29 К₂ сульфат	CoSO ₄	0	39,3	424		
30 К₂ хлорид	CoCl ₂	0	52,9	55		
31 К₂ нітрат	Co(NO ₃) ₂	0	50,57	434		
32 К₂ фторид	Co ₂ F	0	1,36	150		
33 Марганець (M₁)	Mn	0	0		0,3	II
34 M₁ карбонат	MnCO ₃	0	0,00011			
35 M₁ нітрат гексагі- драт	Mn(NO ₃) ₂ * *6H ₂ O	0	132,3	56		
36 M₁ оксид	MnO	0	0	550	0,05	I
37 M₁ сульфат	MnSO ₄	0	62,9	64		
38 M₁ хлорид	MnCl ₂	0	73,9	120		
39 Мідь (M₂)	Cu	0	0		1	II
40 M₂ оксид	CuO	0	0	273		
41 M₂ сульфат	CuSO ₄	0	20,5	43	0,5	II
42 M₂ хлориста	CuCl ₂	0	74,5	3,7	0,5	II
43 Миш'як (M₃)	As	0	0	144		
44 M₃ оксид (III)	As ₄ O ₆	0	3,7	10		
45 M₃ оксид (III)	As ₂ O ₃	0	2,04	19,1	0,3	II
46 M₃ оксид (V)	As ₂ O ₅	0	65,8		0,3	II
47 M₃ сульфід	As ₂ S ₃	0	0	215		
48 M₃ хлорид	AsCl ₃	11,65	0	48		
49 Нікель (N)	Ni	0	0	780	0,5	II
50 N оксид	NiO	0	0		0,5	II
51 N сульфат	NiSO ₄	0	38,4	32	0,5	II
52 N сульфід	NiS	0	0		0,5	II
53 N тетракарбоніл	Ni(CO) ₄	0	0,018		0,0005	I
54 N хлорид	NiCl ₂	0	65,6	105		
55 Ртуть (P)	Hg	0,0013	0		0,01	I
56 P хлорид (сулема)	HgCl ₂	0	6,6	17,5	0,05	I
57 P нітрат гідрат	Hg(NO ₃)* *0,5H ₂ O	0			0,05	I
58 P оксид	HgO	0	0,0051		0,05	I
59 Свинець (C₁)	Pb	0	0		0,005	I
60 C₁ оксид (II, IV)	Pb ₂ O ₄ , PbO	0	0,2756	217		
61 C₁ нітрат	Pb(NO ₃) ₂	0	52,2		0,01	I
62 C₁ сульфат	PbSO ₄	0	0,0045	282	0,01	I
63 C₁ ортоарсенат	Pb ₃ (As ₄) ₂	0	0		0,15	II
64 Стронцій (C₂)	Sr	0				
65 C₂ гідроксид	Sr(OH) ₂	0	0,81	3160	1,01	II

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7
66 С₂ карбонат	SrCO ₃	0	0,0011		6,0	IV
67 С₂ нітрат	Sr(NO ₃) ₂	0	70,4	1028	1,0	II
68 С₂ оксид	SrO	0		667	1,0	II
69 С₂ сульфат	SrSO ₄	0	0,0132	6,0		IV
70 С₂ хлорид	SrCl ₂	0	53,1	1036		
71 С₂ хромат	SrCr ₄	0	0,12	3110		
72 Сурма (С₃)	Sb	0	0	90	0,5	II
73 С₃ оксид (III)	Sb ₂ O ₃	0		172	1	II
74 С₃ оксид (V)	Sb ₂ O ₅	0	0,3	978	2	III
75 С₃ сульфід (III)	Sb ₂ S ₃	0	0,00017	209	1	II
76 С₃ сульфід (V)	Sb ₂ S ₅	0	0	458	2	III
77 С₃ фторид (III)	SbF ₃	0	447,	15	0,3	II
78 С₃ фторид (V)	SbF ₅	0	602	13	0,3	II
79 С₃ хлорид (III)	SbCl ₃	0			0,3	II
80 С₃ хлорид (V)	SbCl ₅	0			0,3	II
81 Хром (Х)	Cr	0	0			
82 Х оксид (III)	Cr ₂ O ₃	0	0	450	1	II
83 Х оксид (VI)	CrO ₃	0	167		0,01	I
84 Х хлорид	CrCl ₃	0	0	7,8	0,01	I
85 Цинк (Ц)	Zn	0	0			
86 Ц оксид	ZnO	0	0,00016		0,5	II
87 Ц ортофосфат	Zn ₃ (PO ₄) ₂	00	0	551		
88 Ц сульфат	ZnSO ₄ *7H ₂ O	0	165		5	III
89 Ц сульфід	ZnS	0	0		5	III
90 Ц фосфід	Zn ₃ P ₂	0	0		0,1	II
91 Ц хлорид	ZnCl ₂	0	375		1	II

**Гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних речовин у ґрунті
за показниками шкідливості**

Назва речовини	ГДК з обліком кларка, (мг/кг)	Показники шкідливості			
		Транс- локацій- ний	Мігра- ційний водний	Мігра- ційний повітряний	Загально- санітарний
1	2	3	4	5	6
Рухлива форма					
Мідь	3,0	3,5	72	-	3,0
Нікель	4,0	6,7	14	-	4,0
Цинк	23,0	23,0	200,0	-	37,0
Кобальт	5,0	25,0	>1000,0	-	5,0
Хром	6,0	-	-	-	6,0
Водорозчинна форма					
Фтор	10,0	10,0	10,0	-	25,0
Валовий вміст					
Сурма	4,5	4,5	4,5	-	50,0
Марганець	1500,0	3500,0	1500,0	-	1500,0
Ванадій	150,0	170,0	350,0	-	150,0
Марганець + ванадій	1000+100	1500+150	2000+200,0	-	1000+100,0
Свинець	32,0	35,0	260,0	-	32,0
Миш'як	2,0	2,0	15,0	-	10,0
Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0
Свинець + ртуть	20,0 + 1,0	20,0 + 1,0	30,0 + 20,0	-	30,0 + 2,0
Хлористий калій	560,0	1000,0	560,0	1000,0	5000,0
Нітрати	130,0	180,0	130,0	-	225,0
Бенз(а)пирен	0,02	0,2	0,5	-	0,02
Бензол	0,3	3,0	10,0	0,3	50,0
Толуол	0,3	0,3	100,0	0,3	50,0
Ізопропілбензол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Альфаметилстирол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Стирол	0,1	0,3	100,0	0,1	1,0
Ксилоли	0,3	0,3	100,0	0,4	1,0
Сірчисті сполуки:					
Сірчистий водень	0,4	160,0	140,0	0,4	160,0
Елементарна сірка	160,0	180,0	380,0	-	160,0
Сірчана кислота	160,0	180,0	380,0		160,0
ВФВ	3000,0	9000,0	3000,0	6000,0	3000,0
КГД	120,0	800,0	120,0	800,0	800,0
РКД	80,0	>800,0	80,0	>800,0	800,0
Суперфосфат	200,0	200,0	-	-	-

ВФВ — відходи флотажі вугілля, КГД — комплексні гранульовані добрива,
РКД — рідкі комплексні добрива

Питання до самоконтролю

1. Які відходи відносяться до промислових? Обґрунтуйте відповідь.
2. Що таке індекс токсичності відходів і для чого його використовують?
3. Які критерії використовуються при визначенні класу небезпеки відходів розрахунковим методом?
4. Охарактеризуйте та поясніть суть методів визначення класу небезпеки відходів.
5. Який із прийнятих методів визначення класу небезпеки відходів використовується як арбітражний? Поясніть чому?
6. Назвіть основні нормативні документи, які регламентують класи небезпеки відходів.
7. Приведіть основні формули для розрахунку індексу токсичності та класу небезпеки відходів розрахунковим методом.
8. Охарактеризуйте основні етапи робіт при визначенні класу небезпеки відходів експериментальним методом.

Бібліографічний список

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. — Издательство стандартов Минздрав СССР Всесоюзный Центральный Совет Профессиональных Союзов, 1988.
2. *Левина Э.Н., Гадаскина И.Д.* Вредные вещества в промышленности. Органические вещества. — Л.: Химия, 1985. — С. 118. (дибутиладипинат)
3. *Лазарев Н.В., Гадаскина И.Д.* Вредные вещества в промышленности. Неорганические и элементарноорганические соединения : Справочник. Т. III. — Л.: Химия, 1977. — С. 233–240 (уголь).
4. *Лазарев Н.В.* Вредные вещества в промышленности. Дополнительный том. — Л.: Химия, 1969. — С. 212.
5. *Рабинович В.А., Хавин З.Я.* Краткий химический справочник. — Л.: Химия, 1977. — С. 80 (гидроксид меди), 85 (сульфат меди), 57 (ванадия оксид /V/).
6. Список «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Доп.3 к перечню ПДК № 4617-88 от 26.05.88 за № 5147-89 от 14.11.89 // База даних «Библиотека нормативно-правовых актов СССР». URL: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_16019.htm (дата звернення: 22.06.2017).
7. Список «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Доп.6 за № 5800-91 от 11.09.91 // База даних «Библиотека нормативно-правовых актов СССР». URL: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_19516.htm (дата звернення: 22.06.2017).
8. Список «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Доп.9 к перечню ПДК № 4617-88 от 26.05.88 // База даних «Библиотека нормативно-правовых актов СССР». URL: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_19718.htm (дата звернення: 22.06.2017)

9. Список «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Доп.7 к перечню ПДК № 4617-88 за № 6061-91 от 19.11.91. // База даних «Библиотека нормативно-правовых актов СССР». URL: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_19718.htm (дата звернення: 22.06.2017)
10. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх складу небезпеки для здоров'я населення. державні санітарні правила та норми ДСанПіН 2.2.7.029-99. Розділ 5. Визначення класу небезпеки відходів. — К., 1999.

3. ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ТА ЗАБРУДНЕНЬ

3.1. Переробка відходів сірчаноокислотних виробництв. Переробка відходів промисловості фосфорних та калійних добрив, кальцинованої соди

Створена в Україні структура промислового виробництва характеризується високою питомою вагою ресурсо- та енергоємних технологій. Значні масштаби ресурсокористування та енергетично-сировинної спеціалізації економіки України спричинили високі обсяги щорічного утворення та нагромадження відходів виробництва і споживання. З метою визначення напрямів реалізації державної політики у сфері поводження з відходами розроблено Програму використання відходів виробництва і споживання на період до 2005 року [1]. Такий спосіб розв'язання важливої для нашої країни проблеми передбачає концентрацію і спрямування фінансових, матеріально-технічних, інтелектуальних та інших ресурсів на пріоритетні завдання і заходи щодо ресурсозбереження та зменшення негативного впливу відходів на довкілля і здоров'я людей. Це має важливе значення для структурних зрушень в економіці, підвищення ефективності та стабільності її розвитку як на загальнодержавному, так і галузевому, регіональному і місцевому рівнях, а також сприяє розв'язанню соціальних проблем і підвищенню рівня зайнятості населення.

Переробка відходів сірчаноокислотних виробництв. В основній хімічній промисловості — промисловості важкого неорганічного синтезу найбільша кількість твердих відходів утворюється в виробництвах, що безупинно розвиваються: сірчаної кислоти, мінеральних добрив та кальцинованої соди [2].

Сірчана кислота, сфера використання якої настільки широка, що важко назвати галузь промисловості, де б вона не знаходила застосування, належить до великотоннажних продуктів основної хімічної промисловості.

Для одержання сірчаної кислоти в промисловості використовуються два методи: **контактний і нітрозний** (баштовий) [3]. В обох випадках спочатку із сировини одержують двооксид сірки SO_2 , який потім переробляють в H_2SO_4 . Основну кількість сірчаної кислоти виробляють контактним методом з SO_2 , одержуваного шляхом випалу сірчаного колчедану (звичай-

но флотаційного), спалювання природної або газової сірки, а також при випалі сульфідів кольорових металів.

Чистий сірчаний колчедан містить 53,5% сірки й 46,5% заліза. Однак домішки (пісок, глина, сульфід кольорових металів, карбонати, сполуки миш'яку, селену, срібла, золота та ін.) знижують вміст сірки у флотаційному колчедані до 32–40%. Оксид заліза, що утворюється при випалі колчедану в печах різної конструкції, виходить із печі у вигляді недогарка й надходить у відвал. Піритні недогарки складаються головним чином із заліза (40–63%) з невеликими домішками сірки (1–2%), міді (0,33–0,47%), цинку (0,42–1,35%), свинцю (0,32–0,58%), дорогоцінних (10–20 г/т) та інших металів.

Вихідний з випалювальної печі сірчистий газ забруднений недогарковим пилом та іншими домішками. Вміст у ньому пилу залежить від якості й ступеню подрібнення сировинних матеріалів, конструкції печей та інших факторів. В залежності від типу печей його вміст становить від 1 до 200 г/м³. Хімічний склад пилу практично не відрізняється від складу недогарка. Обсяги випалювальних газів становлять сотні тисяч кубометрів на добу; вони несуть із собою десятки тон недогаркового пилу. Перед переробкою в сірчану кислоту ці гази очищають у циклонах та сухих (недогаркових) електрофільтрах до залишкового вмісту пилу близько 0,1 г/м³.

В даний час основним способом одержання сірчаної кислоти є контактний [3], при якому SO₂ окисляють в SO₃ на каталізаторах (контактна маса на основі V₂O₅). Утримуючись в пічних газах, що пройшли очищення в сухих електрофільтрах, пил і інші домішки отруюють каталізатор. Крім того, пил засмічує апаратуру, збільшує її гідравлічний опір, переходить у продукт і веде до ряду інших утруднень у технологічному процесі. Тому пічні гази піддають додатковому очищенню шляхом їх послідовного промивання охолодженою 60–75% (у порожніх баштах) і 25–40% (у насадкових баштах) сірчаною кислотою з уловлюванням туману, що утворюється, у мокрих електрофільтрах. Процес додаткового очищення пічних газів від пилу супроводжується утворенням шламів, які накопичуються в апаратах промивного відділення й мокрих електрофільтрах.

Таким чином, *твердими відходами виробництва H₂SO₄* з сірчаного колчедану є піритні недогарки, пил циклонів і сухих електрофільтрів, шлами промивних башт, що збираються у відстійниках, збірниках і холодильниках кислоти, і шлами мокрих електрофільтрів [2, 3].

При випалі сірчаного колчедану відходи піритних недогарків становлять 70% від маси колчедану. На 1 т виробленої кислоти вихід недогарка в найкращому випадку становить 0,55 т. Тому що сировиною для одержання сірчаної кислоти поряд із сірчаним колчеданом, що добувають спеціально для цієї мети, є відходи, що утворюються при збагаченні сульфідних руд флотаційним методом, і відходи, що утворюються при збагаченні кам'яного

вугілля, то розрізняють три види піритних недогарків (недогарки з колчеданів, недогарки із флотаційних хвостів збагачення сульфідних руд, вуглисті недогарки), які значно відрізняються один від одного як по хімічному складу, так і по фізичних характеристиках. Недогарки перших двох типів відрізняються значним вмістом міді, цинку, срібла, золота й інших металів.

Утилізація піритних недогарків можлива по *декількох напрямках*: для добування кольорових металів і виробництва чавуну й сталі, у цементній і скляній промисловості, у сільському господарстві й ін. У нашій країні близько 75% маси піритних недогарків, що утворюються, знаходять використання, в основному, у виробництві будівельних матеріалів і в сільському господарстві.

Добування кольорових металів з недогарків. Для добування цінних компонентів з піритних недогарків використовують різні методи випалу (хлоруючий, сульфатизуючий та ін.).

Так, якщо колчедан містить навіть близько 0,5% міді, то недогарок доцільно переробляти з метою її добування. Для цього найбільш широко використовують **метод хлоруючого випалу недогарка**, який не тільки дозволяє витягти з нього 85–90% всієї міді й значну частку благородних металів, але й забезпечує майже повне знесірчування недогарку. Вартість одержуваної міді покриває всі видатки на переробку недогарку.

Перед хлоруючим випалом до недогарка домішують до 20% розмеленої NaCl. У процесі випалу протікає ряд реакцій, у результаті яких мідь переходить у розчинне з'єднання CuCl_2 . Сірка утворює із NaCl сульфат натрію. Оптимальна температура випалу — 550–600°C. При температурі нижче 530°C у шихті утворюється водорозчинний сульфат заліза, який заважає якісному проведенню процесів вилуговування й відновлення міді. При температурі вище 600°C знижується вихід основних продуктів реакції.

Для забезпечення повноти хімічних перетворень необхідне перемішування шихти. Іншою умовою для нормального протікання процесу є достатній вміст сірки в недогарку — для переходу всього NaCl в Na_2SO_4 . У випадку недостачі сірки до недогарка додають свіжий колчедан. Для того, щоб хлоруючий випал почався й потім йшов автотермічно, досить підігріти суміш до 200–300°C. Випал супроводжується виділенням SO_2 , SO_3 , HCl. Кислі гази випалу поглинаються водою з одержанням суміші кислот (HCl і H_2SO_4), яку використовують для вилуговування міді.

Розроблено й ряд більш прогресивних процесів обробки піритних недогарків — **шляхом хлоридної возгонки**. В одному з таких процесів передбачається обробка піритних недогарків хлоридом водню в апаратах киплячого шару. При цьому в парову фазу у вільному стані виділяються хлориди важких металів і може бути отриманий оксид заліза, придатний для доменної плавки.

У процесах хлоридної возгонки хлорид водню можна подавати в газоподібному виді, у вигляді водяного розчину або у виді солей (наприклад, NH_4Cl , FeCl_2), які легко розкладаються або гідролізуються при відповідній температурі процесу з утворенням кислоти.

У процесі обробки піритного недогарка використовують до трьох послідовних реакторів киплячого шару. По одному з варіантів такого процесу в першому реакторі підтримують температуру 600–800°C, при якій розкладаються будь-які сульфіди, що залишилися в недогарку після випалу. Потім недогарок направляють в другий реактор, де він вступає в контакт із HCl , що перебуває в кожній зі згаданих вище форм. Звичайно HCl подають у реактор за допомогою газу-носія, що може бути нейтральними, або володіє відновними властивостями.

Характеристику газу-носія вибирають в залежності від виду сполук важких металів, що перебувають у недогарку. В третьому реакторі створюють відновне середовище, завдяки чому оксид заліза (III), перетворюється в магнетит (Fe_3O_4). При наступному магнітному збагаченні вміст заліза в недогарку вдається довести приблизно до 70%. Такий концентрат гранулюють і підігрівають у відновному середовищі для перетворення магнетиту в гематит (Fe_2HPO_3). Отримані шляхом описаної обробки гранули мають високу міцність при стискуванні.

Гази, що виходять з реактора гідрохлорування, містять хлориди всіх кольорових металів, що перебувають у недогарку, а також надлишкові кількості HCl і газу-носія. Цю газову суміш направляють в абсорбер, де основна кількість хлоридів металів і HCl перетворюється у концентрований розчин. Виділення кольорових металів з такого розчину може бути проведено рядом способів в залежності від того, в якому виді вони повинні надходити споживачам. Використовуваний у процесі HCl практично повністю регенерується.

Дещо відрізняється від описаного процес, відповідно до технології якого вихідний піритний недогарок сушать в обертовій печі, розмелюють і класифікують із виділенням фракції — 0,5 мм, а потім піддають частковому відновленню до магнетиту.

Відновлення проводять топочними газами в псевдокиплячому шарі при 700–850°C з одержанням продукту, що містить 52–60% Fe, 0,34–0,98% Cu; 0,06–1,82% Pb; 0,5–4,8% Zn; 1,9–2,5% S. Відновлений продукт надходить у хлоратор, де при 900–980°C у псевдокиплячому шарі, створюваному при подачі суміші хлору з повітрям зі швидкістю 0,3–0,5 м/с, відбувається селективне хлорування кольорових металів. Недогарок після хлорування містить 62–65% Fe, 0,03–0,04% Cu, 0,04–0,07% Zn; 0,01–0,06% Pb, 0,02–0,05% As і 0,03–0,4% S. Його додатково відновлюють до магнетиту, потім проводять магнітне збагачення й брикетування. Одержані брикети

містять 63–66% Fe і володіють високою міцністю. Їх направляють на доменну плавку.

Гази процесу окисного хлорування вловлюють водою в скрубєрі Вентурі з утворенням суспензії, яку направляють на фільтрування. З одержуваного фільтрату витягають мідь і цинк, а з кеку — Ag, Au, Pb, які залишаються на фільтрі.

Використання недогарків у доменному виробництві. Описані вище процеси обробки піритних недогарків шляхом хлоруючого випалу і хлоридної возгонки передбачають, крім вилучення з них коштовних складових, підготовку недогарків для одержання на їх основі чавуну й сталі. На даний момент ці процеси ще не одержали широкого поширення у вітчизняній промисловості.

Найбільш вигідні з економічної точки зору великі агломераційні установки (рис. 3.1), будувати які доцільно, але не на сірчаноокислотних, а на металургійних заводах, де крім піритних недогарків, які поставляють із сірчаноокислотних заводів, можна агломерувати і залізовмісні відходи металургійних виробництв.

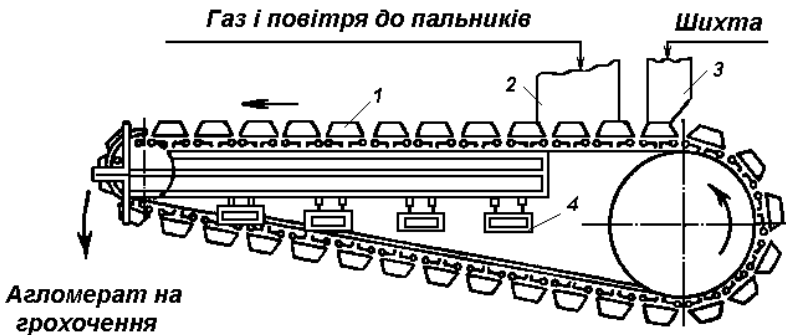


Рис. 3.1. Апарат для агломерації колчеданних недогарків:
1 — стрічка із чавунних ящиків-палет; 2 — запальна камера;
3 — бункер для завантаження суміші недогарка з паливом;
4 — камера для відсмоктування гарячих газів

З метою одержання якісної сировини для доменної плавки недогарки, які одержують з бідних (35–39% Fe) піритів, можна піддавати попередньому багатостадійному магнітному збагаченню, а одержуваний при цьому концентрат брикетувати й обпалювати з одержанням продукту, який містить 66,5% заліза й до 0,01% сірки.

Газоподібні продукти горіння відводять із машини через вакуум-камери. Під дією високої температури, що розвивається в процесі горіння шихти, недогаркова суміш спікається й одночасно вигорає сірка. При перекиданні палет спечений недогарок скидається з агломації на грохот. Дрібязок після просіювання повертається на агломерацію. Великі шматки, які є готовим продуктом, подають на охолодження й потім підмішують до агломерованої шихти для доменної плавки.

Виробництво пігментів з недогарків і недогаркового пилу. Невеликі кількості недогарка й пилу сухих електрофільтрів використовують для одержання мінеральних пігментів: залізного сурику, охри, мумії. Технологія їх приготування може бути різною [2].

Звичайно для одержання пігментів типу мумії й залізного сурику недогарок при нагріванні обробляють концентрованою сірчаною кислотою. Отриманий сульфат заліза змішують із алебастром, крейдою, глиною й обпалюють у печах. Залежно від температури випалу й обраних добавок у результаті хімічних взаємодій одержують пігменти різних відтінків. Недоліком такої технології є присутність в одержуваних пігментах сірки та її з'єднань, внаслідок чого фарби на основі таких пігментів не можна використовувати для покриття металевих поверхонь, оскільки сірка сприяє корозії металу.

Розроблено технологію мінеральних пігментів, на основі яких одержують фарби, придатні для покриття всіляких поверхонь, у тому числі й металевих. Відповідно до цієї технології, яка виключає використання сірчаної кислоти, для приготування пігменту типу залізного сурику використовують фракцію недогарка 1,3–0,27 мм, найбільш багату оксидом заліза. Цей недогарок подрібнюють, сушать і прожарюють перед змішуванням з наповнювачами.

На рис. 3.2 наведена технологічна схема виробництва сухих мінеральних пігментів типу залізного сурику з недогарку. Відповідно до наведеної схеми, недогарок надходить на сита, звідки фракцію з розміром зерен 0,5–2 мм подають у кульовий млин. Здрібнений недогарок промивають водою. При цьому видаляються водорозчинні солі заліза, цинку, міді, які викликають корозію металевих поверхонь, і частково — елементарна сірка. Промивання проводять гарячою (60–80°C) водою при перемішуванні, які чергують із півгодинним відстоюванням, до зникнення забарвлення, яке викликається розчинними солями. Відмитий недогарок підсушують глухою парою й подають на випал при 850–900°C в обертову піч.

Метою випалу є видалення з недогарка волого й сірки. Сірка й сірчисті сполуки, які утримуються в недогарку, впливають на звертання фарби, на чому побудований контроль за якістю. Отриманий після випалу напівфаб-

рикат (до 90% Fe_2O_3) розмелюють і змішують із наповнювачами для одержання готового продукту.

Недогарковий пил, який осаджується в сухих електрофільтрах, відрізняється від недогарка трохи більшим вмістом водорозчинних солей заліза. Його використовують як сировину для одержання пігментів типу жовтої охри. Нерозчинний залишок, який складається в основному з оксиду заліза, служить у цьому випадку сировиною для готування пігментів типу мумії.

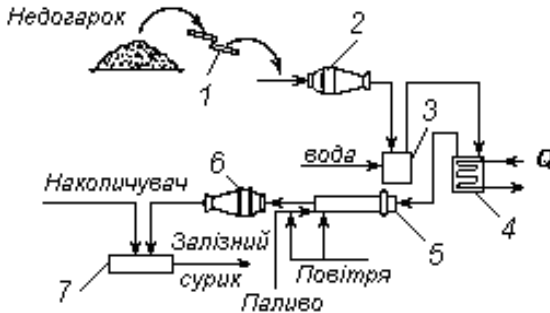


Рис. 3.2. Схема виробництва залізного сурику з недогарка:
 1 — сито; 2, 6 — кульові млини; 3 — промивний чан; 4 — сушарка;
 5 — випалювальна піч; 7 — змішувач

Технологічний процес одержання жовтої охри й мумії (рис. 3.3) полягає в наступному. Недогарковий пил подають у реактор-розчинник, де його перемішують із водою й повітрям протягом 20–25 хв. Потім розчин відстоюють протягом 8 годин. Пофарбовану рідку фазу передають у змішувач, куди додають крейду (або штиб) і глину. У результаті одержують насичений вологою осад гіпсу із глиною. Цю масу висушують при 80°C і подають у кульовий млин, з якого виходить готовий продукт — сухий мінеральний пігмент типу жовтої охри.

Осад з реактора-розчинника у вигляді вологої маси (91% Fe_2O_3 , 3,7% Fe і 5,3% баласту) сушать при температурі до 100°C . Отриману масу передають у піч, де при температурі $800\text{--}900^\circ\text{C}$ із сполук, які залишилися, випалюється сірка. Напівпродукт (95% Fe_2O_3) з печі надходить на здрібнювання в кульовий млин, куди одночасно подають глину (15%). Вихідний із млина готовий продукт — мінеральний пігмент типу мумії надходить на затарування.

Одержані відповідно до описаних процесів мінеральні пігменти є стабільними по кольорах і незмінними в часі. Олійна фарба на їхній основі не звертається, а вапняна — добре схоплюється.

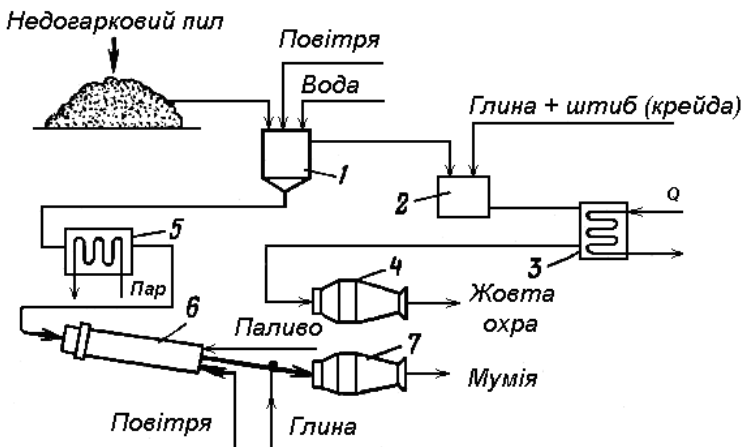


Рис. 3.3. Схема виробництва жовтої охри й мумії з недогаркового пилу:
 1 — реактор-розчинник; 2 — змішувач; 3, 5 — сушарки; 4, 7 — кульові млини;
 6 — випалювальна піч

Інші напрямки використання недогарків. Як відзначалося вище, найбільша кількість піритних недогарків використовується в промисловості будівельних матеріалів, де вони служать як домішки до шихти для одержання цементу. Іншим значним споживачем піритних недогарків є сільське господарство, де їх застосовують як добрива, які містять мідь.

У значно менших масштабах піритні недогарки використовуються в кольоровій металургії — як залізовмісні флюси, у промисловості будівельних матеріалів — як залізовмісний барвник, для одержання інсектицидів, а також по ряду інших напрямків, де їхнє споживання є вкрай незначним у порівнянні з наявними ресурсами.

Добування селену зі шламів. У колчеданах, які застосовуються для виробництва сірчаної кислоти, утримується 0,002–0,02% селену, що є хімічним аналогом сірки, тому при випалі колчеданів поряд з SO_2 утвориться SeO_2 . Оскільки селен зустрічається в природі в дуже малих концентраціях (від десятитисячних до тисячних, рідко до сотих часток відсотка) у вигляді сполук, які супроводжують сульфіди металів (Fe, Cu, Zn), то відходи переробки піриту в сірчанокислотному виробництві є одним з основних джерел одержання селену. Основна його частина виділяється зі шламами в промислових баштах і мокрих електрофільтрах системи очищення випалювальних газів.

Механізм виділення селенів з випалювальних газів досить складний. При очищенні випалювального газу SeO_2 поглинається туманом і краплями сірчаної кислоти, яка зрошує газ. Розчинність SeO_2 у сірчаній кислоті висока й збільшується з підвищенням температури. SO_2 розчиняється в сірчаній кислоті і відновлює SeO_2 .

Одночасно відбуваються процеси утворення поліселенових кислот (типу $\text{H}_2\text{SeS}_2\text{O}_6$) і селенистої кислоти.

Селениста кислота й селенополітінати стійкі при температурах нижче 70°C . При більш високих температурах вони розкладаються.

Відновлення SeO_2 найбільше повно проходить у розведених кислотах. Вільний селен, що утворюється, осаджується разом із частками пилу з кислоти промивних веж у відстійниках, збірниках і холодильниках кислоти у вигляді бідного шламу. Такий шлам містить звичайно до 5% селену. На нових заводах для виділення селену зі шламів передбачене фільтрування кислоти першої промивної башти.

Інша частина селену осаджується разом із сірчаноокислотним туманом і залишками пилу в мокрих електрофільтрах. Через невеликий вміст пилу осад тут містить багато селену (до 50%) і називається збагаченим шламом. Весь селен, що осаджується в процесі очищення газу, приблизно порівно розподіляється між бідним і збагаченим шламом.

Відомо кілька способів переробки шламів газоочистки сірчаноокислотного виробництва з метою виділення селену. Один з найпоширеніших способів полягає в наступному. Бідний шлам, який збирається при очищенні холодильників, відстійників і збірників кислоти промивних башт розбавляють водою й прогрівають гострим паром для більш повного виділення селену. Пульпу, яка утворюється при цьому, фільтрують і отриманий осад промивають водою й 0,5% розчином соди. Потім шлам сушать при $90\text{--}100^\circ\text{C}$. Аналогічним способом обробляють і збагачений шлам з мокрих електрофільтрів.

Переробка відходів виробництва фосфорних добрив.

Основна кількість фосфатних руд, що видобувають, служить для виробництва фосфоровмісних мінеральних добрив [2]. Найбільш важливі апатитові й фосфоритні руди, які містять мінерали апатитової групи із загальною формулою $3\text{M}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaX}_2$ (де М — іони кальцію, натрію, стронцію й інших елементів, а X — іони фтору, хлору та група OH). Крім апатиту, фосфатні руди містять мінерали-домішки.

В залежності від складу руд і ряду інших факторів застосовують різні методи хімічної переробки природних фосфатів, причому руду в більшості випадків попередньо розмелюють і піддають збагаченню різними способами. Процеси збагачення руд супроводжуються утворенням великої кількос-

ті твердих відходів у вигляді «хвостів» і пилу, які виносяться з повітрям аспіраційних систем і з газами сушильних установок.

Концентрати фосфатної сировини переробляють хімічним шляхом двома групами методів. *До першої групи* входить пряма кислотна або термічна переробка сировини з безпосереднім одержанням готових продуктів: суперфосфатів, знефторених фосфатів та ін. *Друга група* — це розкладання фосфатів з одержанням термічної та екстракційної фосфорних кислот, які служать сировиною для виробництва різних продуктів, у тому числі й мінеральних добрив. Наприклад, при прямій сірчаноокислотній обробці фосфатів одержують простий суперфосфат, який є низькоконцентрованим фосфорним добривом, вміст засвоюваної P_2HPO_5 у якому звичайно не перевищує 20%. У цьому зв'язку цілком зрозуміле прагнення частково або повністю замінити сірчану кислоту на фосфорну. Останню в промисловості одержують із фосфатів двома методами: сірчаноокислотним (екстракційним, або мокрим) та електротермічним.

Відходи виробництва екстракційної фосфорної кислоти.

Як твердий відхід виробництва фосфорної кислоти сірчаноокислотним способом утворюється фосфогіпс — сульфат кальцію з домішками фосфатів. На 1 т P_2O_5 у фосфорній кислоті в залежності від використовуваної сировини одержують від 3,6 до 6,2 т фосфогіпсу в перерахуванні на суху речовину (7,5–8,4 т у перерахуванні на дигідрат). Залежно від умов одержання фосфорної кислоти в осаді утворюється дигідрат $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, напівгідрат $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ або безводний сульфат кальцію, що і обумовлює відповідні назви продуктів — фосфогіпс, фосфонапівгідрат, фосфоангідрид. Ці відходи є сірим дрібнокристалічним порошком, який утворює грудки з вологістю до 25–40% (в залежності від умов отримання фосфорної кислоти). У перерахунку на суху речовину вони містять до 94% $CaSO_4$. Основними домішками в них є фосфати, що не прореагували, сполуки фтору і стронцію, не відмита фосфорна кислота, органічні речовини. У них присутні сполуки марганцю, молібдену, кобальту, цинку, міді, рідкоземельних і деяких інших елементів. Основну масу фосфогіпсу, який утворюється за цим методом, скидають у відвали. Транспортування фосфогіпсу у відвали та його зберігання пов'язані з значними капітальними й експлуатаційними витратами, які досягають 40% вартості споруд та експлуатації основного виробництва і це ускладнює роботу заводів. Зараз у відвалах перебуває більше 150 млн. т фосфогіпсу. Нижче розглянуті впроваджені методи й перспективні шляхи використання фосфогіпсу.

По агрохімічній значимості для рослин сірці відводять четверте місце серед живильних елементів. У цьому зв'язку фосфогіпс, що містить до 22,1% сірки й до 0,5% не відмитої фосфорної кислоти, може бути викорис-

таний як утримуюче сірку й фосфор мінеральне добриво. Однак використання такого низькоконцентрованого добрива економічно виправдано тільки на порівняно невеликих відстанях сільськогосподарських угідь від заводів, які не перевищують 500 км.

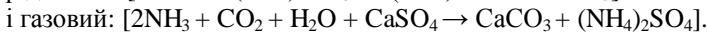
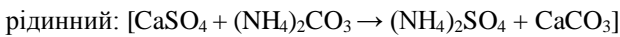
Утилізація фосфогіпсу можлива в цементній промисловості (як мінералізатор при випалі й добавки до цементного клінкера), для хімічної меліорації солонцевих ґрунтів, для одержання сульфату амонію, цементу, елементної сірки, гіпсових в'язких матеріалів і виробів з них і по ряду інших напрямків.

Для використання в цементному виробництві фосфогіпс гранулюють і підсушують у барабанних сушарках до вмісту гігроскопічної вологи близько 5%. Застосування фосфогіпсу в цьому виробництві зменшує витрати палива, підвищує продуктивність печей і якість цементного клінкера, подовжує термін служби футеровки печей. Разом з тим, широкомасштабне споживання фосфогіпсу в цементній промисловості стримується значним вмістом таких регламентованих для сировинних матеріалів домішок, як водорозчинний P_2O_5 і сполуки фтору. З метою кондиціонування фосфогіпсу в цьому зв'язку розроблені різні прийоми його обробки (перед дегідратацією й гранулюванням) — водою, кислотами, лугами, які частково реалізовані у виробничій практиці. Для одержання цементного клінкера й діоксиду сірки готують шихту, яка містить фосфоангідрид, кокс, пісок і глину.

Розроблені схеми відрізняються, в основному, способом готування шихти й деякими елементами апаратурного оформлення. Розрізняють **три способи готування шихти**: сухий, мокрий і комбінований. При сухому способі цей процес зводиться до простого змішування компонентів, при мокрому процес ведуть у присутності води. Комбінований спосіб передбачає мокре готування шихти, а для одержань діоксиду сірки й цементного клінкера використовують дегідратований шлам. У цьому випадку шихта має більш однорідний склад, що поліпшує її наступну переробку. Крім того, поліпшуються санітарні умови виробництва.

Техніко-економічні розрахунки показують, що собівартість сірчаної кислоти з фосфогіпсу в 1,4 рази вища, ніж із флотаційного колчедану, але може бути знижена при збільшенні масштабів виробництва та його інтенсифікації.

На ряді закордонних підприємств налагоджене виробництво сульфату амонію з фосфогіпсу. Процес оснований на взаємодії фосфогіпсу й карбонату амонію (або NH_3 і CO_2) при атмосферному або підвищеному тиску. Існують два способи:



Рідинний спосіб має ряд переваг, тому що при його реалізації легше забезпечити відвід тепла екзотермічних реакцій шляхом циркуляції свіжого розчину $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Крім того, при газовому способі утворюються дрібні кристали CaCO_3 , які погано відфільтровуються й відмиваються.

Певний практичний інтерес представляє бактеріальне вилужування сірки з фосфогіпсу за допомогою сульфатредуючих і інших бактерій.

Основну масу фосфогіпсу, який утворюється, скидають у відвали. Щорічно у світі скидається у відвал близько 80–100 млн. т фосфогіпсу, на що витрачається приблизно стільки ж коштів, скільки на видобуток природного гіпсового каменю в такій же кількості. Тому дуже важливою є проблема одержання високоміцних гіпсових в'язких матеріалів і будівельного гіпсу на базі фосфогіпсу. Транспортування фосфогіпсу у відвали та його зберігання пов'язане з великими капітальними й експлуатаційними витратами, які досягають 40% вартості споруд й експлуатації основного виробництва, і це ускладнює роботу заводів. Зараз у відвалах підприємств країн СНД перебуває більше 150 млн. т фосфогіпсу і його кількість продовжує збільшуватися щорічно приблизно на 10 млн. т (у перерахуванні на дігідрат). У цьому зв'язку вже давно виникла й продовжує збільшуватися необхідність використання цього відходу в народному господарстві.

У ряді зарубіжних країн (Японія, Франція, Бельгія та ін.) фосфогіпс досить широко використовують для різних цілей (обсяг його світового споживання в цьому напрямку становить близько 2,5% від виробництва).

Одним з можливих і важливих напрямків утилізації фосфогіпсу є його використання для хімічної меліорації солонцевих ґрунтів, причому особливо на содових солонцях, де його меліоративний ефект є найкращим. Асиміляція фосфогіпсу солонцевими ґрунтами приводить до утворення сульфату натрію, що легко з них вимивається. Доза внесення фосфогіпсу становить 6–7 т/га. Потреба у фосфогіпсі для цієї мети становить більше 2,2 млн. т, однак широке його використання стримується необхідністю будівництва установок підсушування й грануляції, тому що великий вміст вологи у фосфогіпсі ускладнює роботу механізмів для його внесення в ґрунт.

Переробка відходів виробництва калійних добрив.

Більше 90% калійних солей, які добувають із надр і переробляються заводськими методами, використовують як мінеральні добрива [2, 5]. Основним калійним добривом є хлорид калію.

Найважливішим калійним мінералом є сильвініт — суміш сильвіну KCl і галіту NaCl , що містить як домішки нерозчинні речовини. Нерозчинні або важкорозчинні у воді мінерали не використовують для виробництва калійних добрив, однак переробка їх у глинозем (наприклад, нефелін) супроводжується одержанням калійних солей як побічних продуктів.

При переробці й збагаченні сировини в калійній промисловості щорічно утворюються мільйони тон твердих галітових відходів і сотні тисяч тон глинисто-солевих шламів. Так, на виробничому об'єднанні «Білоруськалій» утворюється близько 25 млн. т в рік галітових відходів. На 1 т KCl одержують 0,6 м³ глинисто-солевих шламів зі вмістом твердої фази 0,32 т. Поряд з порожньою породою відвали калійних підприємств займають площу до 250 га. Крім того, близько 200 га приділяється під шламосховища.

Калійні руди переробляють *різними методами*, з яких найважливішими є методи роздільної кристалізації з розчинів і механічного збагачення породи (в основному флотацією). На 1 т KCl, виробленого із сильвінітових руд, у вигляді відвалу утворюється 3–4 т галітових відходів. Крім основного компонента — NaCl, вони містять KCl, CaSO₄, MgCl₂, Br, нерозчинні й інші речовини. Наприклад, при флотаційній переробці сильвінітових руд на ВО «Білоруськалій» галітові відвали в середньому містять 89–90% NaCl, 4,4–5,0% KCl, 1,1% CaSO₄, 0,1% MgCl₂, 4,4–4,8% нерозчинного залишку. Відвали переробки сильвінітових руд включають 85–90% NaCl і до 2,5% KCl. Вологість поступаючих у відвали галітових відходів становить 10–12%, у відвалах вона знижується до 5–8%. Хлорид калію одержують головним чином із сильвініту, тому утворюються більші маси галітових відвалів з високим вмістом NaCl, раціональне використання яких є досить актуальною й поки ще не вирішеною проблемою.

За кордоном сольові відходи в невеликому обсязі використовують як вторинну сировину для одержання кам'яної солі, практикують їх скидання в поверхневі водойми та в море, частину твердих відходів направляють на закладку виробленого простору рудників.

Галітові відходи, що містять до 90% NaCl, можуть бути використані як сировина для содового, хлорного та деяких інших виробництв. Однак це доцільно тільки для підприємств, розташованих поблизу розроблювальних калійних родовищ, тому що перевезення такої дешевої сировини на великі відстані економічно не виправдано. Слід також зазначити, що безпосереднє використання цих відходів у хлорній промисловості ускладнено підвищеним вмістом у них сульфатів, нерозчинних речовин і присутністю KCl. У відходах, що утворюються при флотаційному збагаченні KCl, небажаною домішкою є також аміни, які використовуються в якості флотореагентів. Перераховані обставини й той факт, що основну кількість NaCl для виробництва соди й хлору одержують шляхом підземного вилучування кам'яної солі, обумовлюють порівняно мале використання відходів переробки сильвініту.

Ведуться роботи, спрямовані на виключення зберігання сольових відходів на земній поверхні. До них належать вдосконалення технології гірських робіт, пов'язане зі скороченням виїмки із шахт галіту й порожньої породи (селективний видобуток калійних руд), а також розробка заходів щодо

повернення відходів флотації у вироблені простори рудників. На калійних підприємствах освоюються методи комплексного використання калійної сировини — одержання методами галургії та механічної обробки, поряд з калійними добривами, розсолів для содового виробництва, сировини для харчової, кормової й технічної солі, сульфату натрію, сировини для виробництва магнеїю й деяких інших продуктів. Поряд із цим проводяться промислові випробування підземного скидання розсолів для заводнення нафтових шарів, а також у відпрацьовані газоносні шари й підсоліві горизонти в районах калійних підприємств із використанням існуючих шпар.

Состав галітових відходів визначає специфіку їх переробки в цінні для народного господарства продукти.

Переробка відходів виробництва кальцинованої соди.

При виробництві кальцинованої соди аміачним методом на 1 т продукції як основний відхід утворюється 8–12 м³ дистилерної рідини, яка містить 200–250 кг/м³ сухого залишку [2, 3]. Складування цих відходів організують у спеціальних шламонакопичувачах (білих морях), що займають 300–350 і більше гектарів земельних ділянок у районі розташування содових заводів. При зберіганні відходів у шламонакопичувачах із часом відбувається їхнє поступове зневоднювання.

Твердий залишок дистилерної рідини (дистилерний шлам) у сухому виді являє собою світло-сіру масу щільністю близько 970 кг/м³, яка на 70–80% складається із часток розміром 0,1–0,2 мм. Його склад залежить від якості використовуваних у содовому виробництві сировинних матеріалів, деяких технологічних та інших факторів.

Таким чином, твердий залишок дистилерної рідини включає ряд оксидів, які представляють собою частини сполук силікатних систем, які володіють в'язучими властивостями, що вказує на принципову можливість одержання в'язучих матеріалів на основі цих відходів содового виробництва. При цьому недостача у дистилерному шламі кремнеземистого компоненту вимагає її компенсації, наприклад, кварцевим піском.

Розроблені різні варіанти технології виробництва в'язучих матеріалів на основі дистилерних шламів содових виробництв. Відповідно до найбільш простих з них дистилерний шлам, вологість якого становить 25–30%, екскаватором відбирають зі шламонакопичувача, підсушують і потім подрібнюють із кварцевим піском (82,2–86,3% SiO₂) у кульовому млині. Одержаний при цьому продукт являє собою безклинкерний в'язучий матеріал автоклавного твердіння з досить складним хімічним складом. Однак через низьку активність вихідного дистилерного шламу, вміст активних CaO й MgO в якому становить 12–14%, одержані на основі такого в'язучого матеріалу виробни мають невисоку міцність (приблизно відповідає маркам

200–230). Забезпечення стабільних характеристик по міцності в'язучих матеріалів, крім того, ускладнено мінливістю складу дистилерного шламу, що ускладнює оптимізацію рецептур одержуваного в'язучого матеріалу.

Включення в технологію стадії випалу сировинних матеріалів при 800–1050°C дозволяє усунути перераховані вище недоліки: при оптимальному режимі випалу одержаний продукт характеризується вмістом активних CaO і MgO $\geq 40\%$, що забезпечує можливість досягнення міцності затверділого каменю на його основі, яка відповідає маркуванню 500. При підготовці дистилерного шламу до випалу, з метою зниження вологості, його змішують із висушеним шламом, отриману масу гранулюють, гранули опилують пилом з електрофільтрів системи пилоочистки й сушать при 200–300°C теплом газів, що відходять, у випалювальній печі. Висушені гранули обпалюють близько 20 хвилин при 800–900°C, охолоджують і, змішуючи з піском та гіпсом, подрібнюють, одержуючи готовий продукт, вміст у якому активних CaO й MgO становить 58%. Межа міцності при стиску виробів, одержаних при використанні такого в'язучого матеріалу в піщаному розчині при відношенні в'язуче: пісок = 1:3, становить 34,1–68,6 МПа. Разом з тим, строки схоплення одержуваного в'язучого матеріалу досить короткі: початок схоплення — через 10–12 хв, кінець — через 16–25 хв, що додає труднощів при формуванні виробів. Тому з метою подовження строків схоплення в суміш вводять 2–3% гіпсу.

Крім того, поряд з перерахованими напрямками утилізації дистилерних шламів содових виробництв перспективним напрямком є їхнє використання для заміни цементу при готуванні тампонажних матеріалів, для виробництва асфальтобетонів (у якості активізатора гідратації й наповнювача) та по деяких інших технологічних напрямках.

3.2. Обробка та утилізація відходів пластмас, легкозаймистих рідин, лакофарбних жиркових відходів

Обробка та утилізація відходів пластмас. Ріст видобутку природного газу й нафти, а також великий попит на них у сферах промисловості й побутових послуг привели до різкого підвищення виробництва виробів із пластмас і, відповідно, до збільшення відходів [4].

Пластмаси — це матеріали на основі природних або синтетичних полімерів, здатні під впливом нагрівання й тиску формуватися у виробі складної конфігурації й потім стійко зберігати надану форму.

В залежності від технологічного процесу виробництва, застосованого наповнювача й в'язучого (смоли) **розрізняють пластмаси** композиційні, шаруваті й литі, а по природі застосованої смоли — термореактивні й термопластичні. Останнє має велике значення для утилізації пластмасових

відходів. Як вторинна сировина пластмаси використовуються ще відносно мало. Це пояснюється насамперед різноманіттям типів пластмас і виробів із них, а також складністю складу, що значно утрудняє сортування й переробку пластмасових відходів, особливо побутових. Тим часом випуск усіляких виробів із пластмас постійно збільшується. Так, у США виробництво пластмас за останні 25 років щорічно зростало на 11–15% і вище. Серед розвинутих країн на початку XXI століття США посідали третє місце по річному споживанню пластмас на душу населення (35 кг) після Німеччини (44 кг) і Швеції (38 кг).

Пластмаси, в першу чергу, використовуються в промисловості для виготовлення різного роду напівфабрикатів, виробів і деталей. У ряді випадків ними замінюють дорогі й більше важкі метали. Із пластмас виготовляють різні плівкові матеріали для пакування, а також піддони, труби, клейові композиції та ін. У той же час пластмасове упакування викликає значне забруднення навколишнього середовища, оскільки відразу після використання йде у відходи. Інші пластмасові вироби переходять у відходи по мірі зношування.

Американські фахівці умовно встановили для всіх пластмасових виробів три терміни служби: короткий, оптимальний і тривалий.

Основні напрямки утилізації та рекуперації пластмасових відходів наступні:

- захоронення на полігонах і смітниках;
- переробка пластмасових відходів за заводською технологією;
- спільне спалювання відходів пластмас із міським сміттям;
- піроліз і роздільне спалювання в спеціальних печах;
- використання відходів пластмас як готового матеріалу для інших технологічних процесів.

Захоронення відходів пластмас на полігонах і смітниках поки що є найбільш поширеним в Україні і може розглядатися лише як тимчасова міра їх утилізації, тому що пластмаси піддаються розкладанню надзвичайно повільно. За цим методом зі сфери можливого корисного використання вилучаються тисячі тонн цінної вторинної сировини.

Переробка пластмасових відходів за заводською технологією — найбільш оптимальний метод їхнього використання. При всій розмаїтості способів переробки загальна схема процесу й застосовуване при цьому обладнання може бути представлена в такий спосіб.

Перша стадія звичайно включає сортування відходів по зовнішньому вигляду, відділення непластмасових компонентів, таких як дрантя, залишки паперової або дерев'яної тари, металевих предметів та ін. Друга стадія — одна з найбільш відповідальних у процесі. У результаті одно- або двостадійного подрібнювання матеріал здобуває розміри, достатні для того, щоб можна було здійснювати його подальшу переробку.

На третьому етапі подрібнений матеріал піддають відмиванню від забруднень органічного й неорганічного характеру різними розчинами, миючими засобами й водою, а також відокремлюють його від неметалічних домішок.

Четверта стадія залежить від обраного способу поділу відходів по видах пластмас. У випадку, якщо перевага віддається мокрому способу, спочатку роблять поділ відходів, а потім їхнє сушіння. При використанні сухих способів спочатку дроблені відходи сушать, а потім класифікують.

П'ята й шоста стадії полягають у тому, що висушені дроблені відходи змішують при необхідності зі стабілізаторами, барвниками, наповнювачами та іншими інгредієнтами й гранулюють. Часто на цій же стадії відходи змішують із товарним продуктом. Сьомою (заключною) стадією процесу є переробка грануляту у виробі. Ця стадія практично мало чим відрізняється від процесів переробки товарного продукту з погляду застосовуваного обладнання, але часто вимагає специфічного підходу до вибору режимів переробки. Повна реалізація описаної схеми на практиці є дорогим і трудомістким процесом, тому впровадження її досить обмежене. Проте відомі установки, що працюють за даною схемою в м. Фунабасі (Японія) потужністю 1000 т/рік і в Англії — потужністю 2000 т/рік.

На такій установці (рис. 3.4) пластмасові відходи, що містять до 10% каучуку, металу, скла та ін., конвеєром 1 подаються у дробарку 2.

Подрібнені відходи промивають і пневматичним транспортером направляють у повітряний класифікатор 3, де відділяється близько 3% важких відходів. Далі відходи додатково подрібнюють у дробарці другого рівня й пропускають через магнітний сепаратор для видалення металів, що залишилися. Потім здрібнені відходи ще раз промивають водою й детергентами й сушать у відцентровій сушарці 7. Висушені відходи перемелюють у турбінному млині 8 для запобігання комкуванню й подають в екструдер 9, де за допомогою таблетуючого пристрою 10 матеріал перетворюється в таблетки.

На установках такого типу переробляють, в основному, відходи споживання. Що ж стосується побутових відходів, то схема процесу їхньої переробки нерідко спрощується за рахунок виключення ряду стадій (особливо 3, 4, 5) і часто зводиться до наступного: 1,2,...6,7. Якщо вдається домогтися досить високого ступеню очищення й виділення індивідуальних відходів із сумішей, а також якщо відходи попередньо розсортовані по видах пластмас, їхня переробка багато в чому подібна до переробкою первинних пластмас. Одним з істотних моментів при цьому є здатність полімерів зберігати або змінювати властивості в процесі багаторазової переробки, оскільки від цього багато в чому залежить доцільність самої переробки відходів. Вивчення впливу кратності переробки більшості полімерів на їхні фізико-механічні властивості показало, що зміна останніх пов'язана, як пра-

вило, зі зниженням молекулярної маси пластмас, розгалуженістю їхньої структури й рядом інших показників. Зниження молекулярної маси пластмас при багаторазовій переробці приводить до певних змін їх показників міцності, хоча в якісному відношенні вони невеликі.

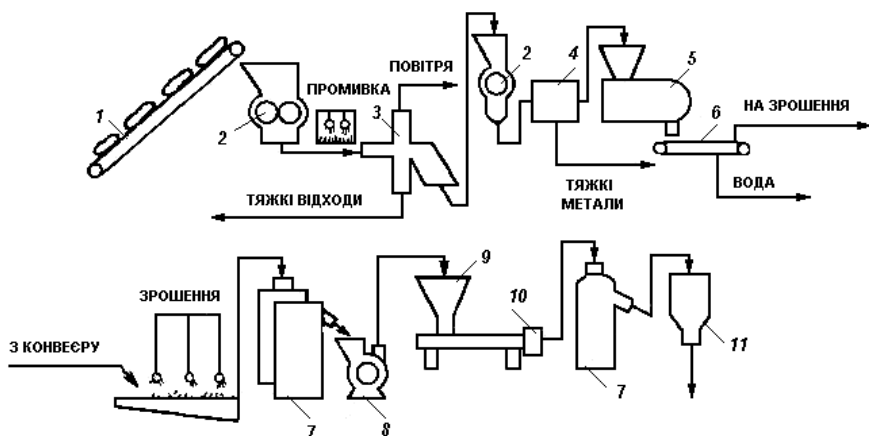


Рис. 3.4. Схема регенерації пластмасових відходів:

- 1 — конвеєр; 2 — дробарка; 3 — повітряний класифікатор; 4 — магнітний сепаратор; 5 — промивач; 6 — конвеєр; 7 — відцентрові сушарки; 8 — млин; 9 — екструдер; 10 — таблетуючий пристрій; 11 — бункер для таблеток

Звичайний вміст відходів у суміші з товарним продуктом не повинен перевищувати 20%, тому що в противному випадку різко погіршується якість виробів, одержаних при переробці грануляту, з'являється шорсткість на їхній поверхні. Гранулят найпоширенішого полімеру — поліетилену, як правило, переробляють у плівку, що використовується в сільському господарстві для невідповідальних цілей, або йде на виготовлення мішків для сміття.

Для переробки відходів методом лиття під тиском, як правило, застосовують машини, які працюють по типу екструзії з постійно обертаючим шнеком. Їх конструкція така, що забезпечує мимовільний захват й гомогенізацію відходів.

Особливістю повторної переробки полівінілхлориду (ПВХ) є необхідність його додаткової стабілізації. Відходи м'якого ПВХ використовують, головним чином, для одержання побутових плівкових виробів (плівок, ска-тертин, накидок, фартухів та ін.). Для цього 20% відходів подрібнюють на змішувальних вальцях, змішують із товарним ПВХ, стабілізаторами, барв-

никами й мастилами, після чого пропускають через систему підігрівальних і оздоблювальних вальців.

Слід відзначити, що полівінілхлоридні (ПВХ) відходи становлять більшу частину по обсягах утворення й нагромадження. Утворюються ці відходи у вигляді обрізків, висічок, заправних кінців, смуг та ін. при виробництві плівкових матеріалів, штучних шкір і виробів з них. Крім того, відходи ПВХ утворюються при виробництві виробів будівельного призначення (лінолеум, шпалери, довгомірні вироби). На підприємствах використовують, в основному, пластифіковані (що містять більше 20% пластифікатора) технологічні відходи ПВХ як домішку до первинної сировини. Не використовуваними залишаються слабо пластифіковані відходи у вигляді плівок і довгомірних виробів.

Великий досвід, досягнутий при переробці відходів деякими закордонними фірмами, дозволяє використати індивідуальні полімерні відходи без змішування з товарним продуктом. Однак у цьому випадку важливого значення набуває сортування, класифікація й додаткове змішування матеріалу з необхідними домішками.

Стабільність якості матеріалів з відходів дозволяє систематично використовувати їх для одержання певних пластмасових виробів. Так, з відходів поліетилену високого тиску (ПЕВТ) виготовляють мішки для сміття, труби для захисту кабелю, господарські цеберки, прокладки й косинці, ущільнювальні профілі, плівки, застосовувані в сільському господарстві й будівництві. Відходи литтєвого поліетилену низького тиску (ПЕНТ) переробляють в елементи будівельних опалубних конструкцій, прокладки, каркаси світильників, а поліпропіленові відходи — у текстильні шпулі, деталі сантехніки, дверні ручки, ручки валіз, ящики для рослин.

Інша тенденція утилізації зводиться до розробки способів і відповідного технологічного устаткування для переробки суміші відходів без попереднього поділу. Це робить процес утилізації більше дешевим, однак фізико-механічні властивості виробів, отриманих таким чином, набагато нижчі.

Все більш широкого поширення для використання відходів пластмас набуває багатокомпонентне лиття, при якому виріб має зовнішній і внутрішній шари з різних матеріалів. Зовнішній шар — це, як правило, товарні пластмаси високої якості, стабілізовані, пофарбовані, які мають гарний зовнішній вигляд.

До внутрішнього шару не висувають високих вимог ні за фізико-механічними показниками, ні по зовнішньому вигляді. Матеріал може бути не стабілізований і не пофарбований. До складу цього шару часто включають такі дешеві наповнювачі як тальк, сульфат барію, скляні й керамічні кульки, спінуючі агенти. Одна з типових рецептур внутрішнього шару (відсоток по масі) наведена нижче:

відходи полістирольних пластиків	60
наповнювач (талък)	39,5
спінюючий агент	0,5

Такий склад внутрішнього шару дозволяє значно знизити вартість виробів, з одного боку, і одночасно утилізувати відходи. Вироби із застосуванням внутрішнього шару, названі сендвіч-конструкціями, застосовують в основному при виготовленні меблів і предметів домашнього побуту.

Спільне спалювання відходів пластмас із побутовим сміттям.

Велика кількість пластмас попадає в міське сміття. За останнім часом у країнах Західної Європи, США і Японії, а також у ряді міст України складування твердих побутових відходів (ТПВ) значною мірою витісняється їхнім спалюванням на сміттеспалювальних заводах. При цьому спалюванню піддаються й відходи пластмас, які перебувають у смітті і попадають туди з домоволодінь.

У деяких країнах практикується прийом на сміттеспалювальні заводи невеликої кількості побутових відходів, що включають у себе пластмаси. У країнах СНД спалювання таких відходів на сміттеспалювальних заводах не допускається з метою запобігання забруднення повітряного басейну.

Останнім часом при утилізації й обробці відходів пластмас все більше застосування знаходять термічні методи. Вони особливо поширені в тих випадках, коли відходи не знаходять практичного використання й не можуть бути утилізовані шляхом переробки у вироби або різні композиції. Крім описаного вище способу спалювання пластмас разом з міським сміттям, у промислово розвинених країнах Західної Європи, Японії й США все більшого поширення одержує піроліз.

При піролізі пластмас, як і при піролізі ТПВ, почали відходити від стандартних способів їхньої газифікації непрямим нагріванням і переходять на безпосереднє нагрівання для того, щоб підвищити коефіцієнт теплопередачі, збільшити продуктивність установок і знизити капіталовкладення в їхнє будівництво й експлуатацію. Із цією метою розробляються різні системи безпосереднього нагрівання: наприклад, у США досліджуються обертові печі, вертикальні реактори шахтного типу, системи із псевдорідким шаром, рухливі топкові решітки та ін.

Роздільне спалювання пластмасових відходів. Пластмасові відходи можна спалювати в розглянутих раніше промислових печах різних конструкцій: барабанних, багатоподових, з киплячим шаром та ін. Особливістю термопластів є те, що при високих температурах вони плавляться. Ця властивість відходів при спалюванні їх у печах з колосниками може привести до того, що розплав потрапить крізь щілини в підколосникові простори й затвердіє там, створивши труднощі для експлуатації печі.

Для спалювання відходів плавких термопластів розроблені спеціальні конструкції печей, одна з яких показана на рис. 3.5.

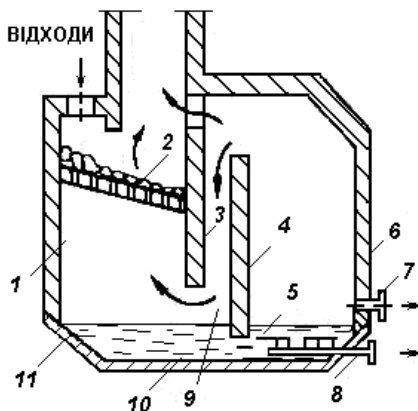


Рис. 3.5. Схема спеціалізованої печі для спалювання плавких відходів:

- 1 — камера плавлення; 2 — грати; 3 — стінка камери плавлення;
- 4 — стінка камери згоряння; 5 — барботажна ванна; 6 — камера згоряння;
- 7 — подача вторинного повітря; 8 — труба для подачі первинного повітря;
- 9 — вертикальний канал; 10 — розплав; 11 — ванна розплаву

Тверді відходи у вигляді шматків подають на грати 2. Частина високотемпературних продуктів повного згоряння, отриманих при барботажному спалюванні у ванні 5, направляють над шаром відходів, а іншу частину — під шар. Внаслідок незначного вмісту кисню в цих продуктах відходи в шарі не горять, а лише плавляться. Розплавлені відходи у вигляді крапель і струменів попадають назустріч потоку високотемпературних продуктів повного згоряння, що подаються під шар, і перегріваються. Розплавлені відходи збираються під шаром і надходять на барботажне спалювання.

Розплавлені й перегріті відходи, що знаходяться під шаром, утворюють загальний рівень розплаву. При барботажному спалюванні через розплав відходів з патрубку 8 подають первинний окислювач. Відбувається горіння розплавлених відходів над шаром у потоці вторинного повітря з утворенням високотемпературних продуктів повного згоряння, які розділяються на два потоки й направляються — один над шаром твердих відходів, іншої — під шар, пропускаючи цей потік над поверхнею розплаву. Співвідношення потоків продуктів повного згоряння регулюється рівнем розплаву. При збільшенні кількості розплавлених відходів під шаром рівень розплаву піднімається, і площа перетину для проходу продуктів повного згоряння зменшується. У результаті зменшується кількість теплоти,

переданої на плавлення відходів, і кількість розплаву; рівень його під шаром знижується й відповідно змінюється співвідношення потоків високо-температурних продуктів повного згоряння.

З метою поліпшення умов горіння пластмасових відходів і зниження теплоти згоряння іноді їх попередньо обробляють. У США й Канаді перед спалюванням проводять брикетування відходів пластмас із текстильними й паперовими відходами. Ці брикети з теплою згоряння 14,3–17,8 МДж/кг спалюють на міських ТЕЦ разом з вугіллям (співвідношення «вугілля : брикети» — 7:1), не вносячи ніяких змін у конструкції топків і технологічний режим горіння.

Термічне знешкодження пластмас методом спалювання доцільно використовувати тільки в тих випадках, коли не можуть бути застосовані більш раціональні методи регенерації — шляхом повторної переробки або в композиціях і піролізі.

Використання відходів пластмас як готового матеріалу для інших технологічних процесів. Відходи синтетичних матеріалів легкої та ін. галузей промисловості, які не знаходять застосування, можуть використатися як цінні вихідні матеріали для інших технологічних процесів, наприклад для очищення промислових стічних вод.

На багатьох підприємствах країни утворюються відходи у вигляді синтетичних волокон, пряжі, обрізків і т. ін. Так, на Димитровградському комбінаті технічних сукон щорічно утворюється до 200 т дрібних відходів сипрона та вазопрона (ширина 10–12 см, довжина до 2 м), які пресуються в стоси по 100–150 кг. Сипрон і вазопрон являють собою відходи нетканих синтетичних матеріалів на основі нітронних і лавсанових волокон різних метричних розмірів. Відомо, що для тонкого очищення стічних вод від нафтопродуктів найбільш придатні синтетичні матеріали й активоване вугілля. Однак, останні досить цінні й дефіцитні.

Інститутом хімічної технології та промислової екології (ІХТПЕ) було запропоновано використання відходів синтетичних волокон і нетканих матеріалів для очищення промислових стічних вод, відповідно до чого проводилися випробування сорбційної здатності різних синтетичних матеріалів: поліпропілену, лавсану, сипрону, нітрону, капрону й ряду інших, у тому числі несинтетичного походження, які є відходами виробництва. При контакті синтетичних волокон з нафтопродуктами відбувається не тільки молекулярна адсорбція нафтопродуктів, але і яскраво виражена адгезія за рахунок електричних некомпенсованих позитивних зарядів, які має синтетичне волокно. Частки органічних продуктів, які набувають у стічних водах негативні заряди, добре притягуються до поліпропілену. Капрон — поліамідне волокно $[-\text{HN}(\text{CH}_2)_5\text{CO}-]_n$, у якому атом азоту також проявляє вале-нтність +3 і має некомпенсований позитивний заряд, що є причиною адсо-

рбційно-адгезійної здатності капрону при контакті з органічними продуктами.

Позитивний досвід очищення миючих і зливових вод сприяв розробці Харківським НДІВОДГЕО очисної установки «Кристал», у якій використовуються відходи нетканих синтетичних матеріалів. Якість очищення води дозволяє здійснювати замкнутий водообіг. Відходи пінополіуретану утворюються в багатьох галузях промисловості. На основі досліджень сорбційної здатності пінополіуретану запропоновано використання його відходів для очищення нафтовмісних стічних вод.

Крім утилізації й знешкодження пластмасових відходів, слід зазначити їхнє **використання в будівництві**. У більшості асфальтових дорожних покриттів основними зв'язуючими речовинами є бітуми різної природи. Володіючи рядом достоїнств в якості зв'язуючої речовини й маючи невисоку вартість, бітуми, до складу яких входять полярні сполуки, відрізняються недостатньою водостійкістю. Їх міцнісні показники також порівняно невисокі. Все це в значній мірі погіршує властивості асфальтових покриттів на основі бітумів і скорочує строки їхньої експлуатації. Використання відходів поліолефінів у композиції з бітумом є одним із традиційних напрямків, який дозволяє модифікувати властивості покриттів.

У будівництві відходи пластмас застосовують у композиціях із традиційними будівельними матеріалами з метою модифікації їхніх властивостей, для одержання звукоізоляційних плит і панелей, а також герметиків, використовуваних при зведенні будинків і гідротехнічних споруд і т. ін.

Створення полімерів з регульованим терміном служби.

В країнах з розвитком промисловості відходи полімерних матеріалів, що надзвичайно повільно розкладаються в природних умовах, є серйозним джерелом забруднення навколишнього середовища [6]. Особливу небезпеку представляє пластмасова тара разового користування, плівка й пакувальні матеріали, які, як правило, не попадають у загальну систему збору, становлячи так зване пластмасове сміття. Для скорочення часу утилізації відходів пластмас останнім часом розробляються й випускаються спеціальні типи полімерів з регульованим терміном служби. Як правило, це фото(або) біоруйнівні полімери, які під дією світла, тепла, повітря й мікроорганізмів, що втримуються в ґрунті, розкладаються до низькомолекулярних продуктів і асимілюються в ґрунті, включаючись у такий спосіб у замкнутий біологічний цикл. Відмінною рисою цих полімерів є здатність зберігати споживчі властивості протягом усього необхідного періоду експлуатації й лише після витікання цього періоду терпіти фізико-хімічні й біологічні перетворення, що приводять до деструкції й руйнування.

Більша частина розроблених у цей час полімерів з регульованим терміном служби являє собою **фоторуйнівні полімери**, які завдяки присутності в них спеціальних груп або сполук здатні розкладатися в природних умовах до низькомолекулярних полімерів (молекулярна маса 1000 та менше), які поглинаються надалі мікроорганізмами атмосфери й ґрунту. Як правило, для надання полімерам здатності руйнуватися під дією світла використовують спеціальні домішки або вводять до складу молекули полімеру світлочутливі групи. Для того щоб такі полімери знайшли практичне застосування, вони повинні задовольняти певним вимогам:

- в результаті модифікації полімеру не повинні істотно змінюватися його експлуатаційні характеристики;

- домішки, що вводять у полімер, не повинні бути токсичними, оскільки полімери призначаються в першу чергу для виготовлення тари та упаковки;

- полімери повинні перероблятися звичайними методами, не піддаючись при цьому розкладанню;

- необхідно, щоб вироби, отримані з таких полімерів, могли зберігатися й експлуатуватися тривалий час при відсутності прямих ультрафіолетових променів;

- повинен бути відомий час від виготовлення полімеру до його руйнування, необхідно його варіювання в широких межах;

- продукти розкладання полімерів не повинні бути токсичними.

З погляду фотохімії можливість створення фоторуйнівних полімерів обумовлюється тим, що енергія дисоціації основного зв'язку С-С більшості полімерів становить 350 кДж/моль, у той час як енергія природних ультрафіолетових променів перебуває в межах 400–600 кДж/моль. Однак ця енергія буде спрямована на руйнування полімеру лише в тому випадку, якщо, по-перше, полімер здатний поглинати світло з довжиною хвилі 400–100 нм і якщо, по-друге, поглинена енергія передається іншим молекулам таким чином, щоб вони перетерпіли хімічні перетворення, в результаті яких відбувається деструкція.

Пакувальні полімери з регульованими термінами служби стабільні усередині приміщення, тому що віконне скло абсорбує ультрафіолетове випромінювання, здатне викликати деструкцію. Стійкість матеріалу до дії сонячного світла за склом товщиною 7 мм в 10 разів вища, ніж на відкритому повітрі.

Одним з найбільш відомих способів створення полімерів, що фоторуйнуються, є введення в полімерний ланцюг угруповань, що містять карбонільні групи.

Розроблені в Канаді фоторуйнуючі полімери з торгівельною назвою «Еколіті», передбачають введення світлочутливих кетоних угруповань у полімер у процесі співполімеризації. Це забезпечує абсорбцію полімером

ультрафіолетових променів з довжиною хвилі близько 335 нм та їх наступну деструкцію.

Швидкість фотодеструкції, як правило, пропорційна концентрації кетонних груп у полімері. Таким чином, змінюючи склад сополімеру, можна направлено регулювати час руйнування полімерів (до досягнення крихкості) від 3 до 200 діб. Цей факт був використаний голландською фірмою «Ван Леер» при розробці товарних марок Еколітів на основі полістиролу («Еколіт ПС»), поліетилену («Еколіт ПЕ») і поліпропілену («Еколіт ПП»). Певною зручністю Еколітів є можливість використання їх як концентратів, які змішують у різних співвідношеннях з немодифікованим полімером, регулюючи в такий спосіб швидкість фоторуйнування отриманих матеріалів

При практично однакових вихідних фізико-механічних показниках фоторуйнуючих і немодифікованих полімерів швидкість зміни міцностних властивостей Еколітів у процесі фотостаріння значно вища, що визначається різким зниженням молекулярної маси цих матеріалів. Під дією ультрафіолетового опромінення в штучних або природних умовах фоторуйнівні матеріали спочатку розтріскуються, потім розсипаються на шматочки різних розмірів, надалі перетворюючись у порошок.

Біоруйнівні полімери. Більшість полімерних матеріалів, що випускаються зараз промисловістю, відрізняється винятково високою стійкістю до впливу мікроорганізмів. Це є однією з основних причин, які обумовили широке застосування таких матеріалів у народному господарстві. Однак, якщо розглядати відпрацьовані полімери як джерело забруднення навколишнього середовища, то це їх достоїнство — біостійкість — перетворюється в серйозний недолік. Полімерні відходи в природних умовах розкладаються надзвичайно повільно й практично не піддаються дії мікроорганізмів повітря й ґрунту.

Один зі шляхів створення біоруйнівних полімерів уже описаний вище: фоторуйнівні композиції після витримки в атмосферних умовах настільки сильно деструктують, що легко засвоюються мікроорганізмами, які знаходяться в ґрунті. Із цієї причини фоторуйнівні полімери часто називають біоруйнівними.

Інший спосіб створення полімерів, що розкладаються під впливом мікроорганізмів, полягає в додаванні в полімерну матрицю речовин, які самі легко руйнуються й засвоюються мікроорганізмами.

Біоруйнівні матеріали можуть бути отримані модифікацією природних полімерів, які по міцностним показникам часто наближаються до пластмас. Так, у Японії практичне застосування знайшли щеплені сополімери крохмалю й метилакрилату, плівки яких використовуються в сільському господарстві для мульчування ґрунту. Щеплення метилакрилату на крохмаль здійснюють у присутності $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$. Плівки із сополімеру певний

час мають високі фізико-механічні показники, однак у природних умовах швидко піддаються деструкції.

Існує й інший спосіб зробити полімери біоруйнівними — за допомогою спеціальних штамів мікроорганізмів, здатних руйнувати полімери. Так, японськими вченими виведені із ґрунту бактерії *Pseudomonas SSP*, які виробляють фермент, що розщеплює полівініловий спирт. Після розкладання фрагменти полімеру повністю засвоюються бактеріями. Використовуючи це, японська фірма «Кураре» застосувала цей фермент як домішку до активного мулу на водоочисних спорудах для більш повного очищення стічних вод від полівінілового спирту.

Обробка та утилізація легкозаймистих рідин. На багатьох підприємствах виробничі процеси пов'язані із застосуванням розчинників і промивних рідин [4]. Вони виконують свою роль тільки на певних стадіях технологічних робіт, після чого зливаються, викидаються в атмосферу, спалюються й т. ін. Ці відходи являють собою **легкозаймисті рідини (ЛЗР)**, які токсичні, пожежовибухонебезпечні. Їхнє неконтрольоване скидання у водоймища й каналізацію являє загрозу навколишньому середовищу, порушує нормальну роботу очисних споруд.

До ЛЗР належать горючі рідини з температурою спалаху, яка не перевищує 61°C у закритому тиглі або 66°C — у відкритому. По температурі спалаху вони діляться на **три групи**:

I — особливо небезпечні ЛЗР із температурою спалаху –18°C і нижче в закритому тиглі або від –13°C і нижче у відкритому тиглі;

II — постійно небезпечні ЛЗР з температурою спалаху вище –18°C до 23°C у закритому тиглі й від –13°C до +27°C у відкритому тиглі;

III — небезпечні ЛЗР з температурою спалаху від 23°C до 26°C у закритому тиглі та від 27°C до 66°C у відкритому тиглі.

Міністерства й відомства, до яких належать підприємства, що використовують розчинники, не завжди приділяють належну увагу проблемі їхньої регенерації й рекуперації. Недоліки в роботі відповідних установок у значній мірі пояснюються їхнім кустарним виготовленням власними силами підприємств і некваліфікованою експлуатацією. Підприємства ж, які повністю забезпечені розчинниками, не зацікавлені в їхньому повторному використанні. Тим часом методи очищення й регенерації органічних розчинників відомі.

Розчинники належать до легко летючих рідин, які в технологічному циклі розсіюються в повітрі, губляться безповоротно, забруднюючи навколишнє середовище. Процес добування розчинників з повітря й повернення їх у вихідному товарному виді для повторного використання називається **рекуперацією летких розчинників**. У його основі лежить явище фізичної адсорбції — поглинання пари речовини пористими адсорбентами, наприклад, вуглецевими (активовані вугілля) або мінеральними (силікагелі). Іно-

ді як поглиначі застосовують нелеткі рідини. Процес адсорбції найбільш ефективно відбувається, коли пори адсорбенту по розмірах у кілька разів перевищують розміри молекул, які поглинаються. Адсорбція значно зменшується з ростом температури через більш енергійний тепловий рух газових молекул. Це дозволяє виділяти основну кількість речовин, яка поглинається з адсорбенту, тобто здійснювати процес десорбції.

Процес рекуперації може бути періодичним (повітря, що містить пару розчинника, проходить через нерухомий шар зернистого адсорбенту, з якого після його насичення витягується потрібний продукт) або безперервним (рухомий шар поглинача послідовно проходить зони адсорбції й десорбції).

Як приклад рекуперації парів розчинників можна привести технологію утилізації газових викидів виробництва полівінілового спирту (ПВС) на ЗАТ «Севродонецький Азот». Ці викиди являють собою суміш різноманітного кількісного і якісного складу в залежності від марки кінцевого продукту. Так, одержання ПВС загального призначення супроводжується викидом в атмосферу метанолу, метилацетату, ацетальдегіду, а одержання ПВС медичного призначення — вінілацетату, етанолу й етилацетату. Омилення полівінілацетату з одержанням ПВС іноді проводять у присутності бензину. У цьому випадку газові викиди містять ще й пари бензину. Як показують дані обстеження діючих виробництв ПВС, вміст перерахованих компонентів у потоках, що відходяться, досить значне, г/м³: метанол — 10–65; метилацетат — 1,2–13,3; вінілацетат — 2–9; ацетальдегід — 0,4–0,7.

При цьому обсяг технологічних скидів досягає на деяких стадіях (наприклад, при сушінні або відгонці мономерів) 100–150 м³/хв. Тому стає очевидним необхідність рекуперації пари речовин, які видаляються. Процес очищення пароповітряної суміші й рекуперації органічних речовин, які утворюються у виробництвах ПВС і ацеталей, складається із чотирьох стадій: адсорбція, десорбція, сушіння й охолодження.

На рис. 3.6 показана принципова схема рекупераційної установки. Парогазова суміш за допомогою газодувки 1 направляється в адсорбер 2, де проходить через нерухомий шар активованого вугілля висотою не менш 0,6 м. З метою рекуперації пари органічних речовин вітчизняна промисловість випускає вугілля марок АР-А, АР-Б, В. Активоване вугілля для вловлювання пари органічних речовин і промислових газових відходів із всіх відомих сорбентів є найбільш підходящим.

Очищене повітря, пройшовши через шар активованого вугілля, викидається в атмосферу. Після насичення вугілля парою летких речовин подача пароповітряної суміші в адсорбер припиняється, і починається процес десорбції. Активоване вугілля, насичене парою органічних речовин, регенерується гострою водяною парою з температурою 110–115°C, яка подається протягом 1,5–2 годин за допомогою газодувки 5. Пара води й десорбованих речовин конденсуються в холодильнику 3 і у вигляді конденсату

збираються в декантаторі 4, у якому система розділяється на два шари: водний та органічний. Виділення з конденсату компонентів, придатних для повторного використання у виробництві, здійснюється ректифікацією у відділенні регенерації. По закінченні процесу десорбції активоване вугілля сушать повітрям, підігрітим у калорифері 6. Температура повітряного потоку, який подається на сушіння, становить 105–110°C. Після сушіння вугілля охолоджується в струмені атмосферного повітря з температурою не більше 30°C, яке нагнітається в систему за допомогою газодувки.

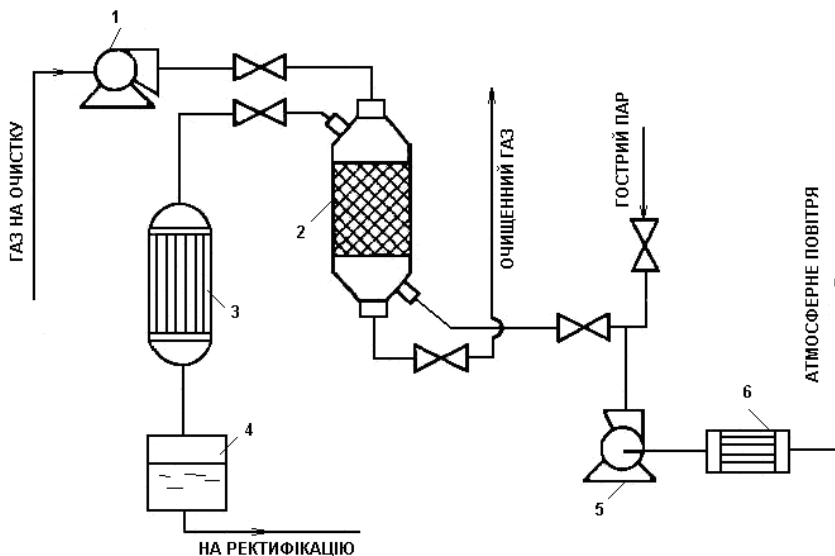


Рис. 3.6. Принципова схема рекуперативної установки:

- 1, 5 — газодувки; 2 — адсорбер; 3 — холодильник; 4 — декантатор;
6 — калорифер

Регенерація розчинників по методах, викладених вище, економічно виправдана на великих підприємствах, де утворюється велика кількість відходів розчинників, близьких по складу. Однак цим методам властиві такі недоліки, як тривалість і багатостадійність процесу, висока витрата дорогих сорбентів і реагентів, невисокий вихід очищеного розчинника й т. ін. Крім того, для їх проведення необхідне складне устаткування. Тому основним видом знешкодження цієї категорії відходів (особливо на дрібних підприємствах) залишається їхнє спалювання.

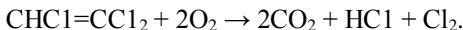
Відповідно до Закону України «Про Загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами» [7], знищення відходів ЛЗР повинно проводитися на території підприємства в спеціальних установках або поза

підприємством — на спеціальному полігоні за узгодженням з міськими органами пожежної охорони й санітарно-промислового нагляду. Для локального бездимного знищення відходів ЛЗР, які не піддаються регенерації й повторному використанню, рекомендується застосовувати турбобарботажну установку «Вихор». Допускається застосування спеціальних установок іншого типу, що відповідають вимогам техніки безпеки й не забруднюють навколишнє середовище. Забороняється спалювати з'єднання, які містять наступні речовини: хлор, фтор, бром, свинець, ртуть, хром, ціаніди, роданіди, фосфор, бор, кремній, миш'як, марганець, циклічні й ароматичні мононітросполуки, дінітросполуки, тринітросполуки, діаміди, аміди, неорганічні аміни, аміни аліфатичні, ароматичні ізоціаніди. Всі вони піддаються регенерації, знищенню на установках з повним очищенням димових газів або вивезенню для захоронення на полігони. У технологічному циклі багатьох підприємств широко використовуються розчинники, які містять хлор. До хлорорганічних розчинників, відходи яких становлять особливу небезпеку для навколишнього середовища, належать такі сполуки, як діхлоретан, тетрахлоретилен, гексахлорбутадиєн, етиленхлорид, вінілхлорид, діхлорпропілен і т. ін. Поширення цих відходів викликано швидким розвитком хімічної промисловості — виробництва отрутохімікатів, синтетичних матеріалів та ін., де вони використовуються як миючі розчини.

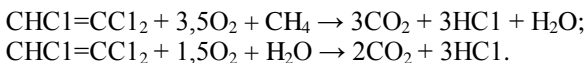
Фахівці вважають, що спалювання хлорорганічних відходів при певних, спеціально створених умовах, є найбільш надійним і економічним способом їхнього знешкодження. В технології утилізації відходів хлорорганічних виробництв певне поширення одержали різні схеми спалювання відходів з наступним уловлюванням хлористого водню й випуском товарної соляної кислоти.

При спалюванні хлорорганічних відходів на відкритому повітрі виділяються димові гази, які містять хлористий водень і хлор. Через забруднення атмосфери високотоксичними речовинами такий спосіб знешкодження відходів може мати тільки локальний характер.

Так, горіння трихлоретилену відбувається по наступній реакції:



Нейтралізація димових газів, які містять хлористий водень і хлор, представляє значні труднощі. Додавляючи в зону реакції водяний струм або спалюванням димових газів разом із природним можна змінити хід реакції:



Остання реакція повинна відбуватися при спалюванні додаткового палива через недостатню теплоту згоряння трихлоретилену.

Таким чином, у складі димових газів, крім H_2O і O_2 , при повному згорянні є тільки хлористий водень, видалення якого здійснюється шляхом абсорбування його водою. Соляну кислоту, що утворюється при цьому, можна нейтралізувати лугом або, довівши концентрацію кислоти до 35–37%, випускати її в якості товарного продукту. Однак виготовлення соляної кислоти виправдано тільки в тому випадку, якщо продуктивність установки по відходам становить не менш 365 кг/год при вмісті хлору 60% у складі цих відходів. Зона температур, при яких можливість утворення хлору зводиться до мінімуму, перебуває в межах 1300–2000°C. Необхідність вести процес окислювання відходів при таких високих температурах накладає певні вимоги на матеріали, що застосовуються.

Процес вогневого знешкодження хлорорганічних відходів повинен служити двом основним цілям — надійному окисленню токсичних речовин і повному видаленню хлору (у вигляді хлористого водню) з димових газів. Розроблені фірмами Німеччини, США, Японії, Франції та ін. установки побудовані на єдиній технологічній схемі: високотемпературна переробка відходів, зниження температури димових газів і вловлювання (адсорбція) хлористого водню. Слід зазначити, що з погляду цінності одержуваних кінцевих продуктів і санітарної ефективності процесу небажана наявність хлору в димових газах, які відходять. Максимальне перетворення Cl в HCl неможливо при підвищенні температури, надлишку водяної пари і проведенні процесу при мінімальному коефіцієнті надлишку повітря. Дослідні дані свідчать про те, що при 10% надлишку водяної пари над стехіометричним значенням забезпечується практично повне зв'язування хлору в HCl при температурі більше 1000°C. Присутність кисню приводить до окислення HCl при охолодженні високотемпературних газів. Для запобігання зворотної реакції здійснюється швидке охолодження — загартування продуктів знешкодження. Охолоджуючим агентом у розглянутих системах є соляна кислота різної концентрації, отримана як відхід на інших стадіях процесу й циркулююча в системі гартівного апарата.

Недоліками цього методу, широко впровадженого в практику високотемпературної переробки відходів, є необхідність застосування дорогих лужних реагентів (NaOH і Na_2CO_3). Інститутом органічної хімії НАН України запропоновані процеси вогневого знешкодження рідких відходів, які включають галоїдувримуючі сполуки з використанням малоефективного дешевого нейтралізатора $\text{Ca}(\text{OH})_2$. У циклонний реактор вводять лужноземельну присадку двома потоками (перший потік, який відповідає стехіометричній кількості присадки, подають у високотемпературні продукти згоряння палива перед введенням відходів, а другий у кількості 30–40%

стехіометричного — у газоподібні продукти знешкодження відходів з температурою 800–900°C), що дозволяє повністю нейтралізувати газоподібні кислоти (HCl, HF) з одержанням нетоксичних солей (CaCl₂ і CaF₂) з наступним їхнім поділом у системі мокрої пилоочистки.

Таким чином, можна задовольнити потреби багатьох галузей промисловості, які відчувають необхідність знешкодження невеликих кількостей рідких відходів із широким спектром компонентів хімічного складу й будь-яким вмістом хлорорганічних сполук.

Однак до спалювання розчинників, які містять хлор, варто підходити обережно, тому що за певних умов ($t > 1200^\circ\text{C}$, коефіцієнт надлишку повітря $> 1,5$) у газах, що відходять, може отримуватися фосген — високотоксичний хлороксид вуглецю, або хлорангідрид вугільної кислоти (COCl₂). Небезпечна для життя концентрація цієї речовини становить 450 мг/м³ повітря.

Економічна ефективність процесу рекуперації розчинників визначається можливістю повної ізоляції від навколишнього середовища вузлів технологічного устаткування, у яких відбувається випаровування розчинників, рівнем технологічної досконалості й автоматизації рекупераційної установки.

Обробка та утилізація лакофарбних і жировмісних відходів.

Лакофарбові відходи. На багатьох підприємствах машинобудівної, суднобудівної й інших галузей промисловості утворюється велика кількість відходів лаків, фарб, емалей, шпаклівок і розчинників. Нанесення лакофарбових покриттів на вироби може здійснюватися електростатичними методами, розпиленням з пістолетів-фарбопультів, зануренням і т. ін.

Найпоширенішим, але найменш економічним поки залишається ручний метод фарбування за допомогою фарбопультів. При цьому знежирені вироби, підвішені на конвеєр, повільно рухаються через одну або кілька фарбувальних камер, де на їхню поверхню напилують фарбу або емаль. З камер у вентиляційну систему безупинно відсмоктується повітря, що містить пари розчинників. Щоб уникнути віднесення часток фарби передбачаються гідрофільтри — завіси зі потоку води, які зрошують стінки камер, причому вода одночасно охороняє стінки від заростання фарбою. При цьому від 20 до 50% фарби разом з водою стікає у ванну фарбувальної камери, звідки періодично вручну видаляється загустіла фарба й вивозиться на смітник, що забороняється санітарними органами.

Найбільш перспективним напрямком утилізації відходів фарби й ґрунтовки є їх регенерація. Харківським НДІ НВО «Лакофарбпокриття» проведені дослідження й розроблена технологія регенерації відходів емалі

АС-182 жовтої, ґрунтовки ФЛ-03К та їх сумішей. Технологічна схема регенерації представлена на рис. 3.7.

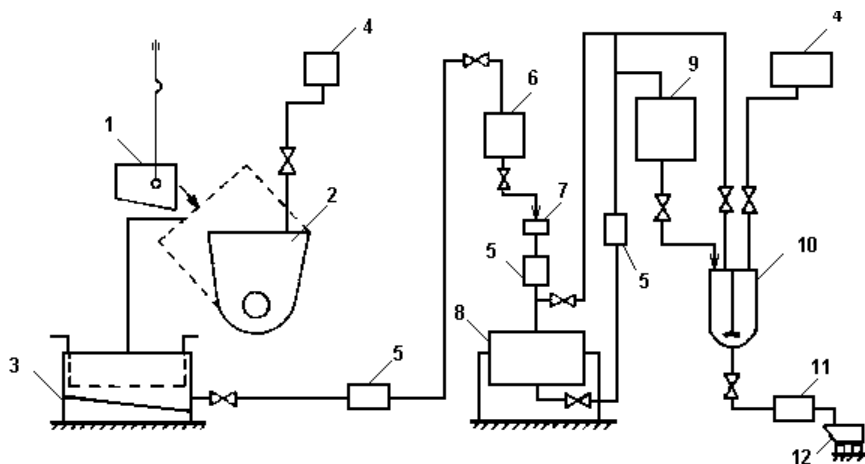


Рис. 3.7. Схема технологічного процесу переробки відходів емалі АС-182 і ґрунтовки ФЛ-03К:

- 1 — контейнер; 2 — змішувач; 3 — фільтр грубого очищення; 4 — мірник;
- 5 — насоси; 6 — дісолвер; 7 — січастий фільтр; 8 — кульовий млин;
- 9 — бісерний млин; 10 — вертикальний апарат із пристроєм, що перемішує;
- 11 — фільтр тонкого очищення; 12 — тара

Відходи лакофарбових матеріалів після очищення ванн гідрофільтрів збирають у контейнери й доставляють до ділянки переробки заводським автотранспортом. При необхідності зберігання сировини його заливують водою. Після підготовки сировини готують заміс. Відходи емалі (ґрунтовки) завантажують у змішувач перекиданням контейнера за допомогою тельфера. Розчинник у заданому співвідношенні з кількістю відходів надходить у змішувач самопливом з мірника. У змішувачі відходи емалі (ґрунтовки) витримують із розчинником для набрякання; при цьому суміш періодично перемішується шнековим змішувачем до одержання однорідної маси. Тривалість набрякання залежить від консистенції відходів, термін перемішування 4–5 годин.

Зі змішувача маса зливається в збірник через фільтр грубого очищення з розміром основ сітки 10×10 мм. Очищена від сторонніх включень і плівок, що не розчинилися, суміш перекачується в дісолвер (високошвидкісний змішувач із диском у вигляді фрези) для її попереднього диспергування протягом 2–3 годин. Потім отриману суспензію фільтрують через сітку з розміром комірки 1 мм².

З дісолвера суспензія насосом перекачується в кульовий млин і диспергується протягом 4–8 год. Потім перевіряють ступінь перетирання сировини по приладу «Клин». При дисперсності отриманої маси не більше 90 мкм суспензія з кульового млина направляється в змішувач, масу розбавляють до необхідної в'язкості, фільтрують фільтром тонкого очищення й розфасовують. Якщо дисперсність отриманої маси більше 90 мкм, то її насосом перекачують у бісерну машину для перетиру, де здійснюється перетирання суспензії протягом 3–4 год. до одержання заданої дисперсності. Перетерта маса подається у вертикальний змішувач із пропелерною мішалкою. З мірника в змішувач подається розчинник (сольвент, ксилол), де здійснюється перемішування суміші до одержання заданої в'язкості.

По закінченні перемішування приготований лакофарбний матеріал насосом перекачують через фільтр тонкого очищення в тару. Бідони з регенованою фарбою зважують, пломбують, на них наклеюють етикетки й готову продукцію вивозять на складські площадки.

Регенована емаль може бути використана для фарбування різних видів промислової продукції зі зниженими вимогами до декоративних характеристик, а також для проміжних шарів покриттів. Регеновану ґрунтовку можна використати по первинному призначенню аналогічно вихідному матеріалу.

Близька до описаного за технологією регенераційна установка розроблена й введена на ВАТ «АвтоЗАЗ». У технологічну схему входять вузли зневоднення, подрібнювання фарби, змішування її з розчинником, фільтрації. Регенована фарба з успіхом застосовується для ґрунтовки деталей, фарбування другорядних і господарських виробів і т. ін. При наявності у фарбі мастил цей метод непридатний.

Викликає інтерес схема спільного спалювання рідких, твердих і пастоподібних відходів. На цьому заводі щодоби утворюється до 1500 кг лакофарбових відходів (емалі НЦ-262, МЛ-197, МЛ-12, МП-277, ґрунтовки ГФ-0119, шпаклівки КФ-003, ГФ-0015 та ін.). Крім того, переходять у відходи 570 кг/добу розчинників та інших ЛЗР, а також збирається до 140 кг/добу твердих відходів (промаслене дрантя, пластмаса, пакувальні матеріали та ін.). За запропонованою схемою тверді й пастоподібні відходи роздільно збираються в спеціальні контейнери, доставляються на місце знешкодження й по черзі завантажуються в баштову піч із обертовою лопатою. Рідкі горючі відходи спалюються в розташованій поруч установці, причому тепло від їхнього згорання використовується для допалювання газо- і сажеподібних продуктів, які відходять із баштової печі. При необхідності установка може бути укомплектована утилізатором тепла або водонагрівачем.

Жирутримуючі відходи. Відходи тваринних жирів утворюються на м'ясокомбінатах, вовноміючих фабриках та ін. Виробничі стічні води м'я-

сокомбінатів є складними по фізико-хімічному складу: вони містять у великій кількості жири, білки, частки м'яса й кісток, вовну, кам'яну сіль та інші органічні й неорганічні речовини у вигляді макросуспензій, колоїдних і розчинених домішок.

Показники стічних вод, які поступають на очисні споруди, наприклад, на Лисичанському м'ясокомбінаті наступні: концентрація жирів — до 2300 мг/л, білків — до 2000 мг/л, завислих речовин — до 3000 мг/л, БПК₅ — до 1500 мгО₂/л, ХПК — до 8800 мгО₂/л. Кількість відокремлюваного у відстійниках жиру становить приблизно 40%. Відомо, що жир, витягнутий зі стічних вод, може бути цінною сировиною для виробництва масил, жирних кислот, мила й т. ін.

Значно підвищити вихід жиру, інтенсифікувати й поліпшити якість стічних вод можна, застосовуючи, наприклад, методи електрофлотації й напірної флотації та ін. Однак, оскільки стічні води цехів м'ясокомбінатів звичайно змішуються, то жир у відносно чистому виді виділити не вдається, за винятком ковбасних комбінатів, вовноміючих фабрик і деяких інших підприємств. Отриманий пастоподібний флотоконцентрат містить велику кількість важковідокремлюваних механічних домішок у вигляді вовни та інших твердих домішок. Ці відходи звичайно скидаються на смітники й гниють, забруднюючи повітряний басейн.

Викликає певний інтерес розроблений Російським технологічним інститутом м'ясної й молочної промисловості спосіб одержання кормових дріжджів з жирового флотоконцентрату стічних вод м'ясокомбінатів. По цьому способі розведений флотоконцентрат подається в спеціальний реактор, що обігривається, у який додається штам білкових дріжджів. Далі відбувається відділення твердих речовин на ситах, центрифугування білкової рідини, що утворилася, та її наступне сушіння з одержанням порошкоподібного білкового концентрату.

На Останкінському м'ясокомбінаті (Росія) успішно випробуваний спосіб ліквідації жирових відходів за допомогою спеціально виведених мутантів — безкрилих комах, які потім використовуються в рибогосподарських та інших цілях.

Якщо ж є можливість виділити жир у чистому виді, то його перетоплюють, відокремлюючи від води, а потім направляють на переробку й утилізацію. При неможливості корисного використання жирових відходів їх рекомендується спалювати, наприклад, на спеціально переустаткованих установках «Вихор-1».

3.3. Утилізація відходів деревини, картону та паперу

Утилізація відходів деревини. Відходи деревини утворюються на всіх стадіях її обробки — від вирубування лісу (віти, тріска) до одержання столярних виробів з неї (ошурки, тріска, стружка). Деревні відходи можна **класифікувати**:

- за асортиментом вихідної сировини (відходи пиломатеріалів, фанери й деревноволокнистих плит);

- за породами деревини (відходи хвойних порід, відходи листяних порід);

- за вологістю (сухі — до 15%, напівсухі — 16–30%, вологі — 31% і вище, понадвологі — 100% і вище);

- за структурою (кускові великі, кускові середні, кускові дрібні, сипучі);

- за стадійністю обробки (відходи первинні, відходи вторинні).

Кількість відходів деревообробних виробництв у великій мірі залежить від якості сировини, яка поставляється, типу й розміру виготовленої продукції, технологічній озброєності підприємства і його потужності. Кількість відходів, які утворюється, наприклад, на меблевих фабриках, становить від 45% до 63% по відношенню до вихідної сировини (пиломатеріалів, фанери).

Одним з **основних методів** переробки й утилізації деревних відходів є одержання штучної деревини — міцного матеріалу, що може оброблятися різанням або відливатися у форми й штампуватися. Його об'ємна маса в залежності від методу одержання перебуває в межах 0,4–1,4 кг/м³. По способу одержання штучна деревина може бути об'єднана в наступні групи: деревино-цементні маси, деревино-шаровані пластики, деревноволокнисті плити, п'єзометрично оброблена деревина.

Деревино-цементні маси. При їхньому виробництві деревне борошно (роздрібнена до структури борошна деревина), ошурки, стружки й т. ін. зв'язуються за допомогою будь-яких цементуючих або поєднуючих речовин. Так, суміш магнезійного цементу з ошурками, дрібною стружкою, азбестом та іншими компонентами дає ксилоліт, суміш деревної вати (продукт, який виробляється із хвої), багаття великих волокнистих рослин і т. ін. з магнезійним цементом дає фіброліт. Деревино-цементні маси виготовляються у вигляді плит і використовуються, головним чином, у будівельній справі. Деревино-стружкові плити (ДСП) — деревні матеріали, виготовлені гарячим пресуванням деревних частинок (деревної стружки) зі зв'язувальною речовиною (наприклад, сечовино- та фенолоформальдегідними смолами). По способу пресування розрізняють ДСП плоского пресування й екструзійного, тобто одержані видавлюванням. ДСП випускають необли-

цьованими й облицьованими шпоном, синтетичною плівкою. ДСП широко застосовують у меблевій промисловості, будівництві та інших областях.

Деревино-шаровані пластики — матеріал, який одержують гарячим пресуванням з деревного шпону, просоченого синтетичними терморезистивними смолами. При об'ємній масі 1200–1400 кг/м³ деревино-шаровані пластики мають високу міцність на згин [150–300 МПа (1500–3000 кг/см²)], твердість й хімічну стійкість, легко піддаються механічній обробці. З них виготовляють підшипники, зубчасті колеса, електроізоляційні прокладки й т. ін. У будівництві застосовують у якості конструкційного й оздоблювального матеріалу.

Деревино-волокнисті плити (ДВП). Деревину (ошурки, тріску й т.п.) подрібнюють механічним, термомеханічним або хіміко-механічним шляхом до тонкого волокна. Існують два способи виробництва ДВП: мокрий — без домішок зв'язувальної речовини й сухий — з додаванням 4–8% синтетичної смоли. Для підвищення механічної міцності, а також стійкості проти вологи, вогню, дії комах і мікроорганізмів до складу плит вводять смоли, антисептики та інші речовини. Після відливання плити сушать. Розрізняють п'ять основних груп ДВП: ізоляційні, ізоляційно-оздоблювальні, напівтверді, тверді й надтверді. Габарити плит в мм: довжина 1200–3600, ширина 1000–1800, товщина 3–8. ДВП застосовують у будівництві для теплоізоляції покрівлі, стін, перекриттів, для обробки приміщень, у меблевій промисловості й т.д.

Маси, які одержують п'езометричною обробкою деревини (ошурок, тріски, деревного борошна та ін.). Деревину піддають водному гідролізу, після чого пресують у прес-формах під тиском 50–80 МПа (500–800 кгс/см²) при температурі 200–250°C. З подібних матеріалів найбільш відома «барк-слайт» — тверда маса чорних кольорів із блискучою поверхнею. Випускається у вигляді пресованих виробів (шків, ручки, панелі, гальмові колодки та ін.).

Для переробки кускових відходів лісопиляння й деревообробки в технологічну й паливну тріску випускаються спеціальні рубильні машини й сортувальні сита. Технологічну тріску, крім виготовлення деревино-волокнистих і деревино-стружкових плит, використовують як сировину при виробництві сульфітної й сульфатної целюлози, напівфабрикату тарного картону, гідролізного спирту й кормових дріжджів.

Чисті ялинові ошурки й стружки деревообробних цехів вважають кращою сировиною для виготовлення деревного борошна, яке використовується як наповнювач у виробництві фенольних пластмас, лінолеуму, вибухових речовин і п'езотермопластів.

У промисловості накопичується велика кількість первинних і вторинних деревних відходів. Навіть при високому ступені їхнього використання завжди залишається багато некондиційних відходів, які можуть бути вжиті

тільки як паливо. Отже, навіть при використанні висококалорійних видів палива (газу, мазуту) у заводських топках використання деревних відходів у вигляді палива, як і раніше, досить актуально.

Брикетування деревних відходів поліпшує їхню теплоту згорання. Брикети застосовують як заводське паливо, а також для забезпечення населення твердим паливом. Теплота згорання хвойної деревини вологістю 37% при брикетуванні становить 10000 кДж/кг, вологістю 20–22% — 13800 кДж/кг, ошурок і стружки при 15% вологості — 15000 кДж/кг, ошурок при 12% вологості — 15500 кДж/кг.

Відходи деревини можуть використовуватися безпосередньо без попередньої обробки. Так, соснова стружка є гарним фільтруючим матеріалом і застосовується для доочищення промислових нафтовмісних стічних вод у касетних фільтрах відстійників. Сорбційна здатність стружки по нафтопродуктах становить 0,1 г на 1 г власної маси. Завантаження касетних фільтрів може бути як цілком зі стружки, так і комбіноване: стружка — сипрон, стружка — керамзит та ін.

Розроблена **технологія одержання** з відходів деревини цукромістких кормів для тваринництва. Основою установки є дефібратор, наявний на всіх підприємствах з виробництва деревино-волокнистих плит. Відомо, що запарені ошурки робляться солодкішими, але їх перетравлюваність тваринами низька. Проведенням часткового гідролізу з додаванням кислоти одержують цукроутримуючу деревину, яка добре перетравлюється тваринами. Отриманий продукт називається кормовою цукроутримуючою деревиною (ЦУД). У досліджуваних групах тварини, яких підгодовували ЦУД, спостерігався приріст ваги на 15 кг більше, ніж у контрольній.

Утилізація відходів картону й паперу. Основними видами картонно-паперової продукції є пакувальні матеріали, папір промислового призначення, поліграфічний, санітарний та гігієнічний папір, а також тарний картон. Зараз в Україні і за рубежом приділяється велика увага повторному використанню паперу й картону. З 1 т макулатури можна одержати 0,7 т паперу або картону, замінити нею 0,85 т целюлози й заощадити 4,4 м³ деревини.

Однак не всі сорти паперу й картону можуть бути використані в паперовій промисловості. Великий відсоток продукції технічного призначення виготовляють із застосуванням пластмас і різних покриттів, фарбують, проклеюють і т. ін. Перш ніж направити ці види паперу й картону на переробку, від них відокремлюють сторонні домішки. Як макулатура в промисловості широко використовуються старі гофровані ящики, які були тарою для пакування виробів виробничого й побутового призначення. Другим по масштабу джерелом макулатури є старі газети. Понад 70% макулатури, яка збирається, використовують при виробництві багат шарового картону. Нижче наведені межі технічних можливостей використання макулатури

для виготовлення паперу й картону. Технологія облагороджування макулатури й звільнення її від типографської фарби дозволяє збільшити кількість друкованої продукції, видрукованої на папері, повністю або частково виробленого з макулатури. Наприклад, журнал «Уейст Ейдж», який випускається в США («Відходи століття»), друкується тільки на папері, відновленому з паперових відходів. Більшу активність у цьому питанні проявляє об'єднання целюлозно-паперових підприємств США «Американський інститут паперу». Так, одна з газетних компаній, що входять у це об'єднання, за 8 років побудувала у різних районах країни три підприємства з облагородження та знебарвлення старих газет. Ці підприємства щорічно споживають більше 300 тис. т макулатури для виробництва нового газетного паперу, використовуючи близько 11% старих газет. Біля чверті компаній, що входять в об'єднання, виробляють картон майже повністю з макулатури. Виробництво об'єднанням за один рік багат шарового картону з 7,2 млн. т макулатури дозволило заощадити 2 млн. га лісу, газетного паперу — ще 1 млн. га. У США близько 220 паперових фабрик, або майже 30% від загальної кількості подібних підприємств, працюють винятково на макулатурі, інші підприємства використовують макулатуру для виробництва окремих видів виробів. Загальне виробництво паперу й картону в США становить 52,2 млн. т, або близько 261 кг на душу населення. Із загальної кількості паперової макулатури (43,5 млн. т), яка використовується для виробітку товарів повсякденного попиту, вдруге переробляється 9,4 млн. т, або 25%.

Зараз в Україні утворився дефіцит основних видів паперової продукції. Близько 2/3 загального обсягу споживання становить імпорт.

Велике значення проблемі збору макулатури приділяється в Англії. Спеціалізоване агентство організує збір макулатури від підприємств і приватних осіб, інформує громадськість про щорічну ситуацію на ринку, прогнозує види макулатури на перспективу. У паперовій промисловості Англії використовується понад 2 млн. т макулатури, що становить 1/3 потреби підприємств у волокнистій сировині. Застосування макулатури замість свіжого волокна дає економічний ефект у розмірі 100 млн. фунтів стерлінгів. Майже 2/3 макулатури використовується при виробництві таропакувального картону, для виробітку якого, на думку англійських фахівців, застосовувати свіжі напівфабрикати економічно не вигідно. Останнім часом в Англії виробляється 7 млн. т паперу й картону, з яких 4,5 млн. т можуть використатися повторно за умови активізації діяльності заготівельних організацій і введенні нових стандартів, що допускають певну кількість макулатури в складі паперу й картону. Споживання макулатури в країні збільшується в середньому на 3,5% в рік.

У Франції загальний обсяг споживання макулатури становить понад 1,4 млн. т у рік, однак попит на макулатуру не задовольняється повністю.

Особливе місце серед розвинених капіталістичних країн по використанню макулатури у виробництві паперу й картону займає Німеччина. Гарна організація збору макулатури в країні, застосування сучасних методів сортування, пакування, транспортування й переробки цього поважного виду сировини вивели Німеччину на перше місце у світі після США по загальному обсягу макулатури, яка використовується в промисловості.

3.4. Переробка відходів гуми

Одним з розповсюджених матеріалів у процесі виробництва є гума, яка утворюється шляхом вулканізації гумової суміші або каучуку гарячим або холодним способом.

Переробка відходів гуми. В залежності від вмісту сірки в гумі її називають м'якою (2–8% сірки), напівтвердою (12–20% сірки), твердою або ебонітом (25–30% сірки).

Гумові відходи утворюються в сфері виробництва і в процесах виготовлення гумовотехнічних виробів (ГТВ), товарів народного споживання, у шинній промисловості та сфері споживання (зношені покришки, гумове взуття й т. ін.).

Виробництво ГТВ займає особливе місце серед галузей гумової промисловості. Різноманітність асортименту продукції визначає розмаїтість застосовуваних матеріалів, технологічних прийомів обробки, устаткування й виробничих процесів.

Основними ГТВ є: конвеєрні стрічки, приводні ремені (плоскі й клинові), формові вироби, товарна гума, прогумована тканина, технічна пластина. Гумові невулканізовані й вулканізовані, гумовотканинні невулканізовані й вулканізовані, текстильні й гумово-металеві відходи є найважливішими при виробництві ГТВ.

Гумові вулканізовані відходи (ГВВ) — це відходи виробництва гумових сумішей на стадіях вулканізації й обробки готової продукції, а також браковані вироби. Вміст каучуку, хімічно зв'язаного з іншими інгредієнтами, у цих відходах досягає майже 50%. ГВВ — цінна вторинна сировина, хоча по якості відрізняється від первинної. Її використовують при виготовленні товарної гумової крихти, яка застосовується на підприємствах як домішка до первинної сировини.

Гумовотканинні невулканізовані відходи (ГТНВВ) — це залишки прогумованих тканин, які утворюються при виготовленні заготівель гумовотехнічних виробів, а також браковані вироби. У цих відходах поряд з каучуками найбільшу цінність представляють тканини (капрон, анід, терилен, бавовняні тканини, шовк та ін.), які зберігають свої властивості. ГТНВВ по якості можна зіставити з первинною сировиною.

Гумові невулканізовані відходи (ГНВВ) містять у собі гумові суміші, які непридатні для використання по прямому призначенню, а також залишки гумових сумішей. Найціннішим їх компонентом є каучук, вміст якого досягає 90% і більше. По якості цей вид відходів наближається до вихідних гумових сумішей. Технологія переробки ГНВВ складається з підготовки відходів до використання, сортування й очищення від сторонніх включень на стрейнерах або рифайнервальцях і обробки очищених відходів на змішувальних вальцях з метою усереднення фізико-механічних показників. Розігріта суміш зрізується з вальців каліброваними листами й надходить на заготівельну ділянку для виробництва готової продукції. Підготовлені відходи використовують як домішки до первинної сировини або безпосередньо для виробництва товарів (шиферу, амортизаційних дощок, фартухів, рукавиць, бірок і т. ін.).

Гумовотканинні вулканізовані відходи (ГТВВ) — залишки від штампуння й обробки готових виробів, а також бракованого гумовотканинного виробу. Цінність ГТВВ менша, ніж невулканізованих гумовотканинних відходів, оскільки при вулканізації погіршуються фізико-механічні властивості тканин, а також ускладнюється переробка таких відходів.

Подрібнені ГТВВ використовуються як домішки при виробництві шиферу, а також побутових товарів (фартухів, надувних човнів і т. ін.)

Текстильні відходи (ТВ) — це залишки тканин і пряжі різного походження й розмірів. ТВ утворюються при підготовці технічних тканин до обробки на каландрах та іншому устаткуванні (тобто при просоченні, промазуванні гумовою сумішшю й т. ін.), при розкрою на заготовки, обрізці кордового шнура, а також при трощенні ниток з фабричних бобін на виробничі шпулі, обплетенки та ін. Цінність цих відходів незначна. ТВ використовують при виготовленні виробів невідповідального призначення, наприклад технічних рукавиць та ін.

Відходи шинної промисловості. Шинна промисловість — великотоннажна галузь народного господарства: маса однієї покришки коливається в межах 2–7,5 кг (мотоциклетні й легкові покришки) до 1000 кг (великогабаритні покришки). Середньозважена маса автомобільної покришки при існуючому асортименті становить 40 кг. Крім пневматичних шин до виробів шинної промисловості належать: матеріали для ремонту шин, пневматичні муфти, пневмобалони та інші вироби.

Основні відходи шинного виробництва ті ж, що й при виробництві ГТВ. Гумові й гумовотканинні відходи шинного виробництва переробляють на устаткуванні, призначеному для переробки гуми, і за технологією, традиційної для її одержання.

Всі основні матеріали, які містяться в зношених покришках, зберігають структуру й властивості, порівняно близькі до первісних. Гума, як конструкційний матеріал, піддається незначним структурним змінам, що

деякою мірою пов'язано із присутністю в ній інгібітору, який перешкоджає старінню й затримує процес окислення. Ті ж принципи закономірності характерні й для кордного волокна, що входить до складу покришок. Метал, який міститься в покришках, не зазнає змін при експлуатації виробу. Основними можливими напрямками комплексної переробки й використання зношених покришок є: виробництво регенерату; одержання гумової крихти для будівництва доріг з удосконаленим асфальтобетонним покриттям; виробництво гідроізоляційних, будівельних і деяких технічних матеріалів; одержання технічного вуглецю й інших необхідних для народного господарства продуктів методом піролізу; одержання тепла (як джерело енергії) шляхом спалювання покришок у спеціалізованих установках; зміцнення укосів берегів морів і рік, створення штучних рифів у морях, плаваючих хвилерізів, протиударних бар'єрів на дорогах та ін.

Технологія переробки старих покришок полягає в тому, що від них відрізаються борти, а частини, що залишилися, розрізаються на шматки розміром 100–250 мм. Після грубого подрібнювання шматки подаються на двох- або трикратне подрібнювання на подрібнюючих вальцях. Отримані фракції подаються на ділянку класифікації, оснащену віброситами із двома сітками (комірки верхньої сітки мають розміри 3–5 мм, нижньої — 1 мм): на верхній сітці залишається волокнистий тканинний корд, а гумова крихта, падаючи вниз, проходить через магнітний сепаратор, де від неї відділяються шматочки дроту (у випадку, якщо покришка була з металевим кордом).

Регенерація гуми найбільш доцільна в техніко-економічному відношенні: сировинні матеріали, які містяться в гумовій частині покришок використовуються по прямому призначенню, тобто повертаються в баланс гумової промисловості. Для виробництва регенерату у вітчизняній промисловості застосовуються два методи: **водонейтральний і термомеханічний**. Крім того, обмежено використовують **паровий метод**, в основному при одержанні кольорового регенерату.

Водонейтральний метод вважається застарілим, оскільки характеризується періодичністю процесу девулканізації, багатостадійністю й утворенням великої кількості хімічно забруднених стічних вод, які підлягають очищенню.

Термомеханічний метод, який застосовується із середини 60-х років минулого століття, володіє рядом технічних переваг (безперервність, швидкість виробничих процесів, їхньою повною механізацією) і поступово витісняє водонейтральний метод. Перспективний метод диспергування, який дає регенерат найбільш високої якості, дозволяє одночасно одержувати водну дисперсію гуми, яка є самостійним товарним продуктом і яка замінює каучукові латекси.

Процес регенерації гуми, який здійснюється кожним з методів, поділяється на **три основні стадії**: підготовка гумової сировини, девулканізація гуми й механічна обробка девулканізата. Каркас покришки звичайно складається з декількох шарів спеціальної прогумованої тканини (корду). Бігова частина покришки — протектор — утворена з товстого шару рифленої гуми, борти служать для кріплення покришки на ободі колеса і мають зчеплення зі сталевого дроту.

Девулканізація гуми є основним процесом регенератного виробництва, при якому відбувається перетворення гуми в пластичний продукт під впливом механічної, теплової й хімічної енергії ланцюгового процесу окислення полімерної речовини вулканізату.

Деструкції гуми сприяють певні хімічні речовини — пом'якшувачі й активатори. При водонейтральному методі девулканізація гуми відбувається у вертикальних автоклавах у водному середовищі при надлишку рідкої фази. Гумова пульпа, що перебуває в автоклаві, до якого додається пом'якшувач (25–30%), безупинно перемішується мішалкою.

В залежності від складу гуми, яка переробляється, температура процесу становить близько 180°C, тривалість — 6–8 годин. По закінченні процесу девулканізат надходить на зневоднювання. При термохімічному методі девулканізація гуми здійснюється в безперервно діючому апараті черв'ячного типу. Перед надходженням у черв'ячний девулканізатор подрібнена гума змішується з пом'якшувачем і активізатором у безперервно діючому двохчерв'ячному змішувачі. При проходженні через девулканізатор оброблювана суміш піддається дії механічних зусиль.

3.5. Обробка та утилізація відходів гальванічних виробництв. Вторинне застосування металів та сплавів

Значний вплив на забруднення навколишнього природного середовища мають токсичні відходи. В Україні в результаті утворення великих обсягів таких відходів проблема екологічної безпеки набула особливої гостроти. Розрив між прогресуючим накопиченням токсичних відходів і заходами з їх утилізації та знешкодження загрожує поглибленням екологічної кризи і загостренням соціально-економічної ситуації в Україні. Ефективне вирішення всього комплексу питань, пов'язаних з ліквідацією чи обмеженням негативного впливу токсичних відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини, передбачено Загальнодержавною програмою поводження з токсичними відходами [7], яка враховує сучасний стан економіки в Україні, перспективи її соціально-економічного розвитку. **Гальванічне виробництво** є одним з найбільш поширених та небезпечних забруднювачів навколишнього середовища. Це пов'язано з утворенням висококо-

нцентрованих токсичних стічних вод, орієнтований об'єм яких в Україні сягає понад 500 млн. м³ на рік. Гальванічні стічні води містять солі важких металів, кислоти, луги, поверхнево-активні речовини та ін. [8].

Обробка та утилізація відходів гальванічних виробництв. У технологічних циклах більшості машинобудівних, металообробних, приладобудівних, ремонтних та інших підприємств широко застосовують **гальванічні покриття** — електроосаджувальні металеві покриття, які наносяться на поверхню металевих виробів, а також напівфабрикатів-листів, труб, дроту та ін. Гальванічні покриття застосовуються для підвищення корозійної стійкості, зносостійкості й поліпшення декоративного виду виробів. Гальванічні покриття наносять водяними розчинами або розчинами розплавлених солей за допомогою електричного струму. При цьому неминуче утворюються токсичні стічні води, які не можна скидати без очищення у водойми й каналізацію, а очищення їх звичайними механічними й біохімічними методами неможливе. З розвитком промисловості, підвищенням вимог до якості й зовнішнього вигляду виробів спостерігається й інтенсивний розвиток гальванічної техніки. При цьому збільшується кількість шкідливих стічних вод, які підлягають ефективному знешкодженню.

Зраз різними підприємствами, що використовують у виробництві гальванічні покриття й травлення металів, щорічно викидаються в навколишнє середовище тисячі тонн високотоксичних важких металів, таких як хром, нікель, свинець, мідь, кадмій, цинк, олово та ін. Загальнотоксичні, гонадотропні, ембріотропні й мутагенні ефекти важких металів добре вивчені. Відомо, що їх тривале надходження в організм із водою та їжею у відносно низьких дозах може привести до затримки й нагромадження металів в органах і тканинах, а згодом — до розвитку інтоксикацій, які супроводжуються порушенням функціонування центральної нервової системи, внутрішніх органів (печінки, нирок і т. ін.), зміною активності ряду ферментів, блокуванням ОН-груп білкових молекул та інших змін. У ряді випадків було відзначено, що несприятливі наслідки на організм ці елементи надають уже в концентраціях, близьких до природних умов у прісноводних і морських водоймах.

Крім того, встановлено, що іони хрому, нікелю, міді, цинку, свинцю й інших важких металів порушують роботу кальмодуліна — основного регулятора процесів життєдіяльності організму, у результаті чого розвиваються спадкоємні хвороби, серцево-судинні розлади, рак та ін. Кольорові метали, в основному, губляться зі стічними водами й шламами.

Класифікація відходів гальванічного виробництва. Відходи гальванічного виробництва умовно можна розділити на кілька видів в залежності від джерел утворення й від передбачуваної технології їхньої наступної переробки:

- відпрацьовані концентровані технологічні розчини (електроліти нанесення покриттів, розчини зняття покриттів, лужні й кислі травильні розчини та ін.);

- промивні води;
- гальванічні шлами.

Всі **концентровані розчини** гальванічного виробництва, які збираються в технологічному процесі, діляться на наступні основні групи й підгрупи (на основі переважаючих у них компонентів і технології їхньої наступної переробки):

- залізо і хромовмісні електроліти й розчини: хромовмісні розчини, які не містять органічних сполук і фтор-іони; фторовмісні розчини; розчини, які містять органічні домішки; розчини від операцій залізнення;

- нікельвмісні розчини: розчини хімічного нікелювання; фторовмісні розчини; розчини електрохімічного нікелювання;

- кадмійвмісні розчини: аміаковмісні розчини; безаміачні розчини;

- олововмісні розчини: розчини кислого олов'янування; розчини лужного олов'янування;

- свинцевовмісні розчини;

- розчини, які містять борфтористоводневу кислоту та її солі;

- мідні розчини: розчини кислого міднення; розчини пірофосфатного міднення; аміаковмісні розчини; розчини хімічного міднення; розчини на основі хлорного заліза;

- цинковмісні розчини: розчини після кислого цинкування; розчини після лужного цинкування.

Промивні стічні води по хімічному складу й по способу їхнього подальшого очищення діляться на три типи: **хромовмісні; ціановмісні; кислотно-лужні.**

Хромовмісні стічні води утворюються після електрохімічного хромування, травлення в розчинах, які містять хромову кислоту, а також хромистої пасивації та інших процесів, у яких застосовують сполуки хрому.

Ціановмісні стічні води утворюються в процесі одержання покриттів у ціановмісних електролітах і характеризуються переважною наявністю ціаногрупи, а також цинку, міді й кадмію.

Кислотно-лужні стічні води утворюються в процесах знешкодження, травлення, освітління, пасивації деталей і характеризуються наявністю різних важких металів, а також заліза.

Обробка та утилізація відпрацьованих електролітів. Поступове нагромадження в електролітах іонів сторонніх металів (у випадку блискучого нікелювання, наприклад, іонів міді, свинцю), а також механічних та інших забруднень впливає на якість покриття. Відпрацьовані електроліти можуть бути оброблені з одержанням різного кінцевого результату. Найбільш бажаним є регенерація розчину, відновлення його працездатності.

Якщо регенерація економічно не вигідна або не вирішена технічно, варто проводити обробку розчину з метою утилізації цінних речовин, у першу чергу кольорових металів. У крайньому випадку здійснюється знешкодження розчинів з метою виключення забруднення навколишнього середовища.

У промислово розвинених країнах витягом і утилізацією цінних речовин з відпрацьованих електролітів займаються більше п'ятдесяти фірм. Найчастіше застосовуються електрохімічні методи витягу металів, а також реагентні, іонообмінні та ін. Регенерація органічних розчинників, які підлягають знешкодженню, здійснюється шляхом дистиляції та методом реекстракції. Для очищення деяких органічних розчинників розроблені також адсорбційні методи.

Водні миючі розчини знежирення регенеруються *реагентними, фізичними й електрохімічними* способами. Всі перераховані методи регенерації відпрацьованих розчинів знежирення в Україні не знайшли поширення головним чином через порівняно низьку вартість розчинів знежирення та їх невеликих об'ємів у гальвановиробництві. Забруднені розчинники в більшості випадків спалюються.

Регенерація електролітів для нанесення гальванопокриттів здійснюється, в основному, безперервною або періодичною фільтрацією, селективним очищенням від домішок сторонніх металів, сорбційним видаленням продуктів розпаду органічних речовин або шляхом їхнього окислення.

Іони важких металів з електролітів цинкування видаляються тривалою переробкою електролітів струмом або цементацією. Для видалення домішок Cr (VI) вводяться відновлювачі. Fe (II) видаляється введенням перекису водню. Також переводяться шкідливі домішки

Sn (II) в Sn (IV) . Для зниження жорсткості вводиться реактив трилон Б. Іони важких металів із ціанистих електролітів цинкування видаляються за допомогою сульфід натрію.

Органічні домішки електроліту цинкування окисляються перекисом водню або фільтруванням через механічний фільтр із активованим вугіллям. Надлишок карбонатів у ціанистих електролітах цинкування видаляється додаванням ціаніду, оксиду барію або кальцію. У великих ваннах застосовують виморожування.

У сірчаноокислих електролітах міднення закисна мідь, що накопичується, видаляється шляхом обробки розчину у ванні з нерозчинними анодами. Деякі домішки (наприклад, Fe) видаляються сумішшю $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{Cl}$ або реверсивним струмом (As , Sb , Bi). Органічні домішки окислюються перекисом водню або видаляються активованим вугіллям. Надлишок Cl^- іонів видаляється разом із закисом міді у вигляді нерозчинного CuCl_2 . Для переводу діціаната в ціанід у ціанистих електролітах застосовується сульфід натрію. Надлишок карбонатів у ціанистих електролітах усувається

додаванням оксиду барію або виморожуванням. Крім того, залізо може бути вилучене у вигляді гідроксиду після його попереднього окислення, мідь — шляхом контактного осадження на сталевих листах або цементацією за допомогою вугільного порошку. Домішки цинку й алюмінію можуть бути вилучені підлужуванням розчину до рН 5,6–6,5.

Розроблено метод очищення сульфатних електролітів нікелювання від Cu, Fe, Zn, Pb, Cd, Co, As за допомогою три-алкілбензиламонійхлориду в поліалкілбензолі. Органічні домішки видаляються так само, як в електролітах цинкування й міднення. Колоїдні частинки видаляються за допомогою водорозчинних полімерів.

В електролітах лудіння іони Sn^{4+} відновлюються додаванням металевого олова, іони Cl⁻ видаляються за допомогою сірчанокислого срібла, іони Cu^{2+} — сульфоксилатом формальдегіду натрію або за допомогою електричного струму. Надлишок органічних речовин видаляється фільтруванням через активоване вугілля, надлишок іонів лужних металів — шляхом електродіалізоної обробки. Органічні домішки з електроліту сріблення видаляються обробкою перекисом водню й фільтрацією через активоване вугілля. Надлишок карбонатів видаляється шляхом виморожування. Непридатні для роботи ціаністі електроліти сріблення обробляються різними реагентами, срібло, яке виділяється, залишається в розчині.

В Україні випускаються фільтри для видалення з електролітів механічних домішок (м. Бердичів). Іони сторонніх металів (міді, свинцю) з електролітів нікелювання видаляють обробкою електроліту струмом низької щільності (селективне очищення на гофрованому сталевому катоді, яке дозволяє значно збільшити площу катода). Процес ведеться при перемішуванні розчину й нагріванні до 50–55°C. Для більш ефективного видалення розчинених металевих домішок рН розчину встановлюють у межах від 2 до 2,5. Таке зниження рН розчину істотно зменшує вихід нікелю, не впливаючи на відновлення міді й свинцю.

У комплект автоматичних і механізованих ліній нікелювання, що випускаються Тамбовським заводом гальванічного устаткування (Росія), входять ванни селективного очищення, які встановлюють поруч із ваннами нікелювання. Електроліт з ванни покриття безупинно подається у ванну селективного очищення, а звідти через фільтрувальну установку повертається у ванну покриття очищеним не тільки від розчинних металевих домішок, але й від завислих частинок.

Відомі також вітчизняні розробки електролізерів, призначених для витягу кольорових металів з розведених розчинів.

Системи очищення гальванічних стічних вод. Стічні води, які утворюються в гальванічних відділеннях промислових підприємств, поділяються на відпрацьовані й промивні. Відпрацьовані стічні води утворюються періодично при заміні відпрацьованих технологічних розчинів на свіжі, а

також при промиванні заготовок. Характерною рисою всіх стічних вод гальванічних відділень є низька концентрація кислот і висока концентрація іонів металів.

Всі методи очищення ділять на хімічні, електрохімічні й фізичні.

Основними системами очищення гальванічних стічних вод є **проточні**, коли нейтралізована й очищена стічна вода скидається в каналізацію, і **замкнуті**, коли очищені води використовують повторно в технологічному циклі виробництва. В силу норм, які постійно суворішають щодо вмісту важких металів в очищених стічних водах, найбільш перспективними є замкнуті системи водообігу гальванічних виробництв.

Зараз проектується й діють **централізовані й децентралізовані** (локальні) замкнуті системи водного господарства гальванічного виробництва. Централізовані системи передбачають збір і спільне очищення всіх видів стічних вод на єдиних очисних спорудах з наступним розподілом очищеної води по технологічних операціях. Можливе доочищення частини очищеної води й подача її в промивні ванни, для яких необхідна вода підвищеної якості. Децентралізовані (локальні) системи створюються на базі локальних циклів водообігу при окремих операціях гальванопокриттів, наприклад нікелюванні, хромуванні й т. ін.

Як у першому, так і в другому випадку передбачається, що відпрацьовані концентровані електроліти з ванн покриттів регенеруються й використовуються багаторазово або знешкоджуються на локальних очисних спорудах. В окремих випадках централізована система допускає прийом таких розчинів у загальну систему при їхньому попередньому усередненні з основною масою води або дозуванні малими порціями.

Створення повністю децентралізованої системи очищення стічних вод гальванічних виробництв поки неможливо, тому що навіть при багаторазовому використанні електролітів у процесі їхньої регенерації утворюються стічні води, які вимагають знешкодження, мають місце витоки й переливи ванн; утворюються стічні води при регенерації й мийці очисного устаткування й т. ін. Таким чином, навіть при створенні локальних циклів у виробничу каналізацію буде надходити до 50% загального об'єму води, яка використовується на виробничі потреби, а це вимагає обов'язкову наявність централізованих очисних споруд.

Централізовані системи очищення стічних вод засновані, як правило, на реагентних методах попереднього очищення й включають іонообмінний або електролізний методи для витягу розчинених домішок по іншому ступеню дисперсності. Як перший щабель очищення застосовують також метод електрокоагуляції з наступним відстоюванням і фільтруванням; для хромовмісних стічних вод застосовують біохімічне очищення. У локальних циклах водообігу використовуються реагентні, іонообмінні, гіперфільтраційні, електрохімічні та інші методи очищення.

Регенерація кольорових металів із промивних вод. Для витягу кольорових металів в основному застосовують **три методи**: реагентне осадження, іонний обмін і електроліз. Реагентне осадження лежить в основі методів Лансі і Рекон, що дозволяє витягувати нікель, мідь і кадмій. Метали виходять, в основному, у вигляді гідроксидів, а очищена вода повертається для промивання виробів.

За допомогою іонообмінних смол витягують нікель, хром, срібло, золото (метод Баєра). Головною особливістю схем з іонообмінною технологією є повторний витяг компонентів і використання води в циклі. В Україні випускаються іонічні установки типу ПП-379 для регенерації міді. Продуктивність установки 300 м³/год. Використовується катіоніт КУ-2 і аніоніт АМ-7.

Спосіб сполучення іонного обміну й електролізу, розроблений у Німеччині, є аналогом установки регенерації міді, спроектованої ЕКТБ «Автопром» (Львів). Головною проблемою при регенерації металів електролізом є низька концентрація металу в промивній воді. При концентрації металу 100 мг/л осадження на плоских електродах становить 20%. Для інтенсифікації електрохімічних процесів, які протікають у розведених розчинах, за рубежом використовують спеціальні електроди: сітчасті, псевдорідкі, суспензійні. Відомі також вітчизняні розробки електролізерів, призначених для витягу кольорових металів з розведених розчинів.

Зневоднювання гальванічних шлаків. При очищенні стічних вод гальванічних виробництв утворюються аморфні осади, які містять гідроксиди заліза й кольорових металів. Такі осади характеризуються поганими фільтраційними властивостями, тому продуктивність устаткування, яке використовується для їхнього зневоднювання, низька. Для збільшення продуктивності вакуум-фільтру, фільтрпресу або центрифуги гідроксидні осади піддають **реагентній обробці**. Як реагенти використовують вапно, солі заліза й алюмінію, кислотовмісні реагенти, поліелектроліти, присадні матеріали. Введення мінеральних реагентів, особливо вапна, впливає на зменшення питомого опору осаду, змінюючи його структуру. Основним недоліком цього методу є дефіцитність використовуваних реагентів, їхня висока вартість, необхідність готування й зберігання реагентів, збільшення об'єму осаду, труднощі його утилізації.

Введення поліелектролітів і реагентів у стічні води з метою поліпшення властивостей осаду, що утвориться, приводить до збільшення солемісту очищеної води, тому що частина іонів не випадає в осад.

У порівнянні з реагентними методами очищення метало-утримуючих стічних вод, **електрокоагуляційний метод** має ряд переваг, у тому числі, скорочення тривалості й безперервності процесу, значне скорочення об'єму реагентного господарства, зменшення необхідних виробничих площ, зни-

ження солевмісту обробленої води, можливість утилізації осаду через відсутність додаткових забруднень.

Безреагентні методи обробки гальванічних шламів є найбільш перспективними. Просте ущільнення дозволяє підвищити концентрацію твердої фази в осаді в 2–3 рази, але більш тривале ущільнення не робить істотного впливу на концентрацію осаду.

Компактні осади з гарними фільтруючими властивостями виходять при **біохімічному очищенні** хромовмісних вод і **при електрофізичних** методах обробки. Метод електрообробки із застосуванням електроосмосу й електрофорезу був використаний для обробки осаду після реагентної схеми відновлення іонів шестивалентного хрому.

Електрообробка осадів великої вологості проводиться при щільності струму 30–55 мА/см² з нерозчинними електродами. Причиною позитивного ефекту є дестабілізація дисперсної системи під дією електричного поля, дегідратація часток оксигідратів заліза й хрому. Швидкість фільтрації після електрообробки збільшується в 4–5 разів, швидкість осадження — в 6–7 разів, питомий опір зменшується в 4 рази, вологість становить 75%. Недоліком цього методу є значні енерговитрати — 60 кВт/м³.

Водовіддаючі властивості металовмісних осадів поліпшуються при **заморожуванні**. Дослідження, проведені в УкрНДВОДГЕО показали, що при товщині шару осаду 1 см час заморожування складає 2–2,5 год при –9–12°C. При швидкому розморожуванні осаду питомий опір становить 8,2·10⁻¹⁰ см/г, вологість після 15 хв відтавання — 85–87%. Установлено, що осади, оброблені заморожуванням, можуть бути обезводнені на шламовому майданчику. Недоліком цього методу є значна витрата електроенергії (50 кВт·год/м³).

Зниження питомого опору осідання відбувається **при введенні в нього деревинної тирси**. Оптимальними є масові співвідношення ошурок і сухої речовини осаду 0,75:1 і 1:1, при яких питомий опір через 2 год відстоювання становить (30–24)⁻¹⁰ см/г, а ущільнення збільшується на 45%.

Попередньо оброблені осади варто направляти для зневоднювання у вакуум-фільтри, фільтрпреси або центрифуги. Тривалість фугування при частоті обертання ротора центрифуги 1450 хв⁻¹ не перевищує 5 хв; ущільнений осад займає до 20% свого початкового об'єму. Зневоднення осаду на вакуум-фільтрах можливо, якщо початкова його вологість не перевищує 95%. При цьому продуктивність вакуум-фільтрів не перевищує 25–30 кг/м²·год, вологість збезводненого осаду становить близько 70%. Зневоднювання осадів на фільтр-пресах типу ФПАКМ здійснюється при робочому тиску 0,4–1,0 МПа. Продуктивність апаратів досягає 10–15 кг/м²·год, вологість обезводненого осаду — 50–70%. Добре обезводнені осади виходять при зниженні їхньої лужності до нейтральної шляхом підкислення.

Утилізація гальванічних шламів. У вітчизняній і світовій практиці гальванічні шлами використовують для одержання нерозчинних отверджених блоків, у промисловості будівельних матеріалів і міському господарстві, а також як сировину для витягу цінних компонентів.

Для зменшення екологічної небезпеки відходів гальванічних виробництв, які випали в осад, використовують методи хімічної фіксації, яка здійснюється шляхом феритизації твердої фази відходів, силікатизації, отвердження відходів з використанням неорганічних й органічних зв'язуючих речовин, спікання.

Однак методи фіксації вирішують лише екологічні аспекти проблеми обробки осадів, але не дозволяють використовувати їх в якості вторинної промислової сировини з витягом цінних металів. Нижче приводяться деякі методи утилізації гальваношламів на основі хімічної фіксації. Наприклад, хромовмісні осади після сушіння до гігроскопічної вологості, а при значному вмісті органічних складових, прожарені до озолення, можуть використовуватися як барвник при виробництві декоративного скла.

При варінні дослідних зразків листового, килимово-мозаїчного й трикомпонентного скла в шихту додають від 0,5 до 1% гальваношламу, висушеного до 2%-ної вологості.

В залежності від хімічного складу введеного гальваношламу були отримані зразки скла різних кольорів: зеленого (пляшкового), яскраво-синього, синьо-зеленого, темно-коричневого й непрозорого чорного (плитка).

Асфальтобетон готують з добавкою осадів у кількості 10, 15, 20%. Були випробувані витяжки розчинів із рН 3; 5,7; 12. Отримані суміші інтенсивно перемішують й аналізують після 2, 8 і 15 днів контакту. Випробування, проведені в реальних умовах, показали, що в процесі експлуатації дороги з асфальтобетонним покриттям, виготовленим з використанням як мінеральної домішки осаду очисних споруд гальванічного цеху, відбувається часткове руйнування зовнішнього покриття дороги, незначне розпилення часток асфальту, забруднених катіонами заліза й міді.

Концентрація іонів важких металів у ґрунті на пришляхових ділянках незначно перевищує концентрацію іонів важких металів у ґрунті на ділянках, значно віддалених від дороги. Таким чином, часткове руйнування дослідної ділянки дороги, яке не перевищує нормативних меж, не вносить істотних змін у хімічний склад ґрунту й не приводить до зміни хімічного складу дренажних вод.

Експериментальні дослідження показали, що застосування гідроксидних шламів, які утворюються на станціях очищення гальванічних стічних вод, як мінеральної домішки до асфальтобетону, технічно доцільно, економічно вигідно й не завдає шкоди навколишньому середовищу.

Шлам, збагачений залізом, при обробці стічних вод реагентом, отриманим з відходів металів шляхом електролізу, використовується для одержання високоланцюгових складних феритів. Ферити, одержані зі шламу, застосовуються в електротехнічній промисловості, радіотехніці, хімічній промисловості як каталізатори та ін. Залізовмісні шлами у висушеному стані можуть використовуватися при виробництві керамзиту з метою заміни ошукор, які є дефіцитним матеріалом.

Повністю виключає забруднення навколишнього середовища метод **витягу гальваношламу** в присутності силікатів. При температурі вище 1100°C більше 96% шестивалентного хрому перетворюється в тривалентний. Сплав гальваношламів із силікатами в співвідношенні 1:1 і температурі процесу 800–1000°C дозволяє одержувати важкорозчинні сполуки важких металів. Такий сплав можна використовувати без подальшої обробки для різних народногосподарських потреб: інженерної підготовки територій, облицювання будинків і т. ін. Цей метод відкриває можливість витягу зі сплаву важких металів.

Одержання нерозчинних отверджених блоків для подальшого їхнього використання в будівництві знайшло широке застосування в Англії, Японії, США й інших країнах. Одним з основних зв'язувальних речовин є портландцемент або інші види цементів, в залежності від хімічного складу шламу. Обов'язковою умовою процесу отвердження є відсутність органічних речовин у шламі, тобто шлам повинен бути прожареним.

Як показує ряд досліджень, **обробка гальваношламу отверджувачами** дозволяє одержати матеріал, безпечний для навколишнього середовища. Так, ступінь вимивання важких металів зі шламів, які отвердженні портландцементом у співвідношенні 10:1, знижується в середньому в 1000 разів і становить соті або тисячні частки мг/л. Це дозволяє використовувати отверджені шлами в навколишньому середовищі без ризику забруднення ґрунту й ґрунтових вод важкими металами. Отверджений цементом шлам, який випускається у вигляді блоків різної конфігурації, знаходить застосування в будівництві, особливо там, де не потрібні відповідальні конструкції.

Великий інтерес представляє досвід використання гальваношламів у промисловості будівельних матеріалів. Гальванічні відходи завантажують у контейнери місткістю 2000 кг і централізовано доставляють на завод. Вивантаження контейнерів механізоване. Після вивантаження відходів контейнери й приміщення промивають водою, яка стікає в резервуари з відходами. За рік приймається 1200 т гальванічних відходів. Дослідження зразків черепиці, отриманих у промислових умовах, показало, що при підвищенні температури починаються реакції між твердими речовинами й утворюються кристалічні силікати й скло.

При температурі 950°C Na, Ca, Zn, Cd, Ti, Cu перебувають у формі силікатів, а інша їхня частина розчиняється в склоподібних сплавах. Силікат хрому (III) не утворюється. Після прожарювання при температурі 950°C оксид хрому стає стійким, тому особливу увагу було приділено створенню умов, при яких хром (III) не переходить у хром (VI). Виявилось, що іони заліза (II), якими збагачується осад при очищенні стічних вод, запобігає переходу хрому в шестивалентну форму. Крім того, на певній стадії створюється відновлювальне середовище в печі.

Надійність захоронення важких металів у кераміку оцінювалася по хімічному аналізу витяжок з керамічного матеріалу водою, а також розчинами оцтової й сірчаної кислот (рН = 5,5). У витяжках іонів кадмію, нікелю, міді, цинку, хрому (шестивалентний Cr не був виявлений), хрому тривалентного було менш 0,4 мг/л (в 1 кг сухого керамічного матеріалу), що нижче гранично припустимих норм.

Практика показала, що при введенні в керамічну суміші важких металів відбувається не тільки їхнє надійне знешкодження й поховання, але й поліпшуються деякі властивості черепиці. Осади, що містять важкі метали, мають низьковмісні властивості. Домішки цих осадів зменшують пластичність формової суміші й чутливість її до висушування. Процес сушіння можна вести більш інтенсивно, так як повітряна усадка зменшується. Пористість і водопоглинання обпалених виробів незначно збільшуються, хоча механічна міцність на 5–10% вище контрольної. Черепиця, яка містить важкі метали, в обпаленому вигляді має більш яскравий колір. Зменшується брак черепиці по зовнішньому вигляді. В окремих випадках концентрація цінних металів у гальванічних шламах може бути прирівняна до їхньої концентрації в природних рудах.

Однак прийом гальванічних шлаків на підприємства кольорової металургії в широких масштабах поки обмежений як через технологічні, так і через організаційні труднощі. Незважаючи на широкі можливості безпосередньої утилізації гальваншлаків у різних галузях народного господарства, найбільш доцільними методами утилізації є ті, які дозволяють витягувати цінні метали. При використанні сірчаної кислоти виникають труднощі з фільтрацією одержуваної пульпи. Однак при цьому досягається більша селективність, і цей варіант вилуджування виявився кращим з погляду на можливість наступного поділу перехідних у воду іонів кольорових металів і знешкодження стічних вод, які утворюються. Отримані після корегування кислотності й фільтрації сірчаною кислотою розчини містять в основному мідь, кобальт, нікель, хром, кадмій, лужні метали.

Відомостей про можливість селективного поділу катіонів-регентів немає. Однак попередні дослідження показали, що є принципова можливість витягу практично всіх кольорових металів з гальванічних шлаків гідрометалургійними методами.

Частина одержаних продуктів (мідно-кадмієвий кек, оксид цинку) є товарними продуктами, інші (нікелевий клінкер, кобальтовий кек і т.ін.) можуть бути перероблені для власних цілей. Дослідження з витягу кольорових металів з гальваношламів мають важливе народногосподарське значення й ведуться рядом науково-дослідних організацій з метою створення принципово нових заводських технологій, які можуть бути застосовані при переробці гальваношламів.

Вторинне використання металів і сплавів. Вторинні метали й сплави — **металобрухт** — непридатні для прямого використання виробу або частини виробів, які за рішенням власника втратили експлуатаційну цінність внаслідок фізичного або морального зносу і містять у собі чорні або кольорові метали чи їх сплави, а також вироби з металу, що мають непоправний брак, залишки чорних і кольорових металів та їх сплавів; метали й сплави, отримані шляхом переробки відходів металургійної й машинобудівної промисловості, а також лому виробів, які вийшли із вжитку. Поводження з цим видом відходів регламентується Законом України «Про металобрухт» [9]. Цей Закон регулює відносини, які виникають у процесі здійснення операцій з металобрухтом, який є найважливішою стратегічною та енергозберігаючою сировиною для металургійного виробництва, і спрямований на захист інтересів підприємств вітчизняної металургійної галузі та забезпечення екологічної безпеки довкілля при утворенні, збиранні та використанні металобрухту.

Процес одержання металів і сплавів полягає в **переплавленні й рафінуванні** забрудненої сировини. Лом і відходи чорних і кольорових металів відрізняються від інших видів відходів тим, що вони являють собою особливо дорогу сировину. На сьогоднішній день металобрухт служить важливим сировинним матеріалом у металургійній промисловості. Оскільки виробництво основних металів стало складніше й дорожче через збільшення витрат енергії, усе більше використовується вторинна сировина. При зіставленні кількості енергії, необхідної для виробництва кольорових металів з руди, з кількістю енергії, необхідної для виробництва того ж металу з відповідного вторинного металу або металобрухту, виявилась її значна економія. При виробництві металу з руди значна кількість енергії витрачається на його видобуток і формування. При використанні ж вторинних металів виключається необхідність багатьох стадій обробки.

Значний ріст капіталоемності, а також збільшення цін на паливо й енергію в останні роки, стимулює фірми промислово розвинених країн до використання вторинної сировини. Варто також урахувати, що капіталоемності виробництва металів із вторинної сировини в 10 разів нижче капіталоемності виробництва металів з руди.

Так, у США промислові галузі в 90-х роках минулого століття стали відкривати власні цехи й підприємства по переробці вторинної сировини, а

також скуповувати кольорові метали на ринках збуту. На частку підприємств по виплавці первинного алюмінію приходиться 31% загального обсягу виробництва алюмінію.

В 2000 р. спеціалізовані підприємства з виробництва міді із вторинної сировини переробляли близько 36% усього об'єму побутових відходів й старого брухту, підприємства ж по виробництву первинної міді — близько 23% руди. Практично весь старий брухт свинцю, цинку, магнію також переробляють підприємства по виплавці вторинних металів.

Нижче приводяться дані, які характеризують частку металевих відходів у різних галузях промисловості й при різних виробництвах в% від загального об'єму споживання сталевих напівфабрикатів (по даним американського Інституту чавуну й сталі й міністерства торгівлі США):

Автомобілебудування й штампувальне виробництво	30,8
Авіаційна промисловість	31,6
Виробництво кріпильного матеріалу	29,3
Суднобудування	25,9
Машинобудування (без електротехнічного)	23,7
Електротехнічне машинобудування	27,8
Виробництво побутових приладів і предметів домашнього побуту	22,7
Виробництво інших видів побутового устаткування	14,4
Залізничне машинобудування	15,3
Сільськогосподарське машинобудування	18,1
Штампувальне виробництво	25,7
Виробництво устаткування для нафтової й газової промисловості	26,3
Будівництво, включаючи ремонт	4,6

Рециркуляція кольорових металів. Підприємства з виробництва вторинного алюмінію дають понад 29% всієї продукції. Ріст використання алюмінію в автомобільній промисловості й застосування машин і технологій по подрібнюванню кузовів легкових автомобілів сприяють розширенню сировинної бази для вторинної металургії. Темпи приросту виробництва вторинного алюмінію в 2000 р. склали 18,4%, а первинного алюмінію в 2006 р. — 6,2%; виробництво первинного алюмінію скоротилося майже на 42%. Можливості для більш повної утилізації алюмінієвого брухту будуть пов'язані з подоланням труднощів в області рециркуляції алюмінію, головні з яких — розсіювання відходів і складність відділення алюмінію від іншого лому кузовів автомобілів і побутових приладів.

У Фінляндії використовується весь об'єм алюмінієвого лому. Крім того, алюмінієвий лом привозиться із закордону. Збір алюмінієвого лому здійснюється, в основному, організаціями по торгівлі металобрухтом, які виконують сортування, різання й пакування брухту в штабелі. Через оптові

торговельні організації лом поставляється на заводи, які використовують його як сировину і мають ефективні процеси його попередньої обробки.

Першою стадією обробки є подрібнення. Виходячи з того, що дроблений брухт містить, крім алюмінію, й інші метали й горючі відходи, механічно відділені фракції сепарують одну від другої, використовуючи різні способи класифікації. Спосіб плавки у важкому середовищі дозволяє витягувати алюмінієву фракцію з інших за рахунок зміни питомої ваги проміжного середовища. Волога, або можливі домішки масла, які залишаються в продукті, випаровуються в сушильному барабані.

На другій стадії попередньо оброблений алюмінієвий лом завантажується у вигляді шихти в плавильну піч у розплавлений алюміній, легується й рафінується в конвертері. Легований алюміній розливається у високоякісні злитки, які готові до наступної обробки. Завод АТ «Куусаоскі» у м. Хейнола, продуктивність якого більше 30000 т/рік, є найбільшим у Фінляндії підприємством, яке використовує алюмінієвий лом.

Виробництво міді, як і алюмінію, належить до числа енергоємних виробництв. Багаторазовий ріст вартості енергії послужив основним стимулом до розширення рециркуляції міді в останнє десятиліття. На підприємства з виробництва вторинної міді приходиться близько 86% переробки вторинної сировини (як лому, так і відходів виробництва).

За даними дослідження, виконаного інститутом ім. Батгея в 2000 р., у США фактично було утилізовано близько 61% загальної кількості мідного лому, який піддається регенерації. Більшість мідних відходів надходить у торговельні організації металобрухту, де лом попередньо сортують і обробляють. Потім лом доставляють в оптові торговельні організації, які продають свій продукт як сировину для наступної обробки.

При попередній підготовці мідь, мідні сплави й інші метали відділяються одна від одної механічним шляхом. На початковій стадії застосовують технологію різання й дроблення, на другій стадії — класифікацію. Волога й масло, що містяться в металах, витягають при сушінні. Потім мідь плавлять у шахтній печі. Плавка проводиться газом, і процес має досить високий енергетичний ККД.

Використання мідного лому є результатом багаторічних розробок. Так, фінське акціонерне товариство «Оутокумпу» використовує мідний лом, внутрішній оборотний лом промисловості й той, що вийшов споживання лом у кількості 70000 т на рік.

Регенерація цинку здебільшого зводиться до утилізації брухту первинного цинку, який швидко повертається. У результаті прийнятих заходів на підприємствах з виробництва цинку частка регенованого цинку в загальному його споживанні в США зростає з 21% в 1990 р. до 24,4% в 2000 р.

Структура використання свинцю в промисловості США така, що значна частина кінцевого споживання обумовлює його розосередження, роз-

сіювання й безповоротні втрати. До числа таких галузей або виробництв належать: виробництво етилованого бензину, свинцевих фарб для зовнішніх робіт, електротехнічна галузь і, так звана, група споживання свинцю «інші види використання». Загальна кількість свинцю, яка відповідає цим видам кінцевого споживання, в 1990 р. склала 538 тис. т. Визначено, що в 1990–1999 рр. було утилізовано лише близько 42% усієї наявної кількості свинцю, який міг би бути рециркульований.

Введені в 1995 р. Агентством по охороні навколишнього середовища США більш тверді стандарти, які регламентують вміст свинцю в автомобільному бензині, дозволяють значно скоротити безповоротні втрати свинцю. Свинець досить стійкий до корозії й регенерація його відносно проста. Цим пояснюється велика кількість старого лому в загальному об'ємі свинцю, який регенерується (свинцеві батареї, які вийшли із вживання, свинцевий кабель та інші вироби): в 1990 р. — 86,1%, в 1995 і 1999 р. — відповідно 84,7 і 86,1%.

З технічної точки зору неможливо знайти єдиного рішення для утилізації металобрухту всіх кольорових металів і сплавів. Для кожного кольорового металу в силу його особливих властивостей і специфіки застосування розробляють особливі методи утилізації лому або відходів. По ряду кольорових металів у лабораторіях федерального уряду США розробляються технології їх утилізації.

Зараз США імпортує близько 80% споживаного в країні нікелю. За даними досліджень, проведених Каліфорнійським університетом, в 2000 р. із усього наявного металобрухту утилізовано 52% нікелю. Основними джерелами вторинного нікелю (30%) є нікельовані металеві вироби і сплави сталі та нікелю.

Споживання кобальту в США також майже повністю забезпечується за рахунок імпорту. Фактично ж там практикується вторинне використання кобальту. Із цією метою США щорічно експортують у Німеччину близько 500 т скрапу кобальту, оскільки таке підприємство є тільки в Німеччині. У Японії працює дослідний завод по вторинній переробці каталізаторів на основі кобальту, які застосовуються у нафтохімічній і нафтовидобувній промисловості. Потужність заводу по переробці вторинної сировини становить 20 тис. т на рік.

3.6. Утилізація відходів склобою та скловолокна, шлаків, золи та горілої землі

Утилізація відходів склобою та скловолокна. У промисловості, будівництві, міському господарстві щорічно утворюються й накопичуються відходи у вигляді битого скла, склопрофілю, битого посуду, скловолокна й

т.ін. За даними Держкомстату, ресурси скляного бою в Україні досягають зараз 250–300 тис. т на рік при об'ємі централізованих заготівель близько 200 тис. т на рік. Повторне використання скляних відходів у Франції, наприклад, досягає 11% загальної кількості вживаного скла або близько 100 тис. т на рік. У майбутньому передбачається збільшити цю кількість до 600 тис. т на рік.

В Україні, США, Франції, Німеччині та інших країнах створені установки для підготовки склобою до використання в скловарінні. Відходи склотари завантажують у прийомний бункер, зв'язаний стрічковим конвеєром із дробаркою. Із дробарки здрібнений склобій вивантажують у перфорований лоток, через отвори якого дрібна фракція скла попадає на нижній конвеєр. Пневмотранспорт видаляє зі здрібненого склобою пробки, алюмінієві ковпачки, кільця, деревні стружки і т. ін. Для витягу залізовмісних забруднень застосовують магнітну сепарацію. Підготовлений у такий спосіб склобій ковшовим елеватором подається в бункер зберігання.

Успішний досвід використання склобою при варінні скла підтверджує реальність цього способу його утилізації, що має важливе екологічне й економічне значення. У Чехії, наприклад, біте скло з підприємств і збірних пунктів поїздами й автотранспортом централізовано доставляють на заводи, що належать об'єднанню по виробництву склотари «Обас». Це підприємство є найбільшим у країні виробником скляних банок, пляшок, пухирців для косметичних виробів. Щорічно «Обас» поставляє понад мільярд штук склотари. Приблизно 200 млн. шт. іде на експорт, а кожна четверта одиниця продукції виготовлена з битого скла. У спеціальних дробарках склобій подрібнюється до розміру 3–5 мм². Після цього відбувається очищення скла від бруду та різних домішок. На особливій установці витягується порцеляна, що не повинна попасти в плавильну піч. Використання технології вторинної переробки скла дозволяє заощаджувати десятки тисяч тонн кальцію й соди, які Чехія змушена закуповувати за кордоном. До того ж при додаванні до сировини битого скла майже на 40% скорочується витрата електроенергії. У перспективі передбачається збільшити використання склобою з 25 до 40%.

Однак можливі й інші шляхи застосування відходів скла, наприклад як наповнювача у дорожньому будівництві. У США з маси з домішкою склобою одержують вироби будівельної кераміки, панелі і т. ін. Дослідженнями Державного бюро США встановлена можливість одержання штучного пористого заповнювача зі склобою, який витягається із твердих залишків спалювання міського сміття. Шихта в цьому випадку включає до 78% склобою, 20% глини й 2% силікату натрію. В Україні показана практична можливість використання подрібнених відходів скловолкна у виробництві цегли. Виготовлені на підприємствах будівельних матеріалів цегли

мають більш високі показники міцності в порівнянні з виробами без домішок скляних відходів.

Утилізація шлаків, золи й горілої землі. Найбільша питома вага серед промислових відходів належить шлакам й золі. По характеру походження **шлаки** можна розділити на **два види** — металургійні й паливні. **Металургійні шлаки** — це розплав, який покриває розплавлений рідкий метал при плавильних процесах, наприклад при виплавці сталі; після затвердіння розплаву утворюється каменеподібна або склоподібна речовина. Він складається із флюсів, які вводять спеціально в піч, із продуктів, що спливали, металургійних реакцій, а також з підлягаючих видаленню домішок до металу й золи палива. В залежності від переважаючого вмісту тих або інших оксидів шлак може бути основним, нейтральним або кислим. Шлаки відіграють важливу роль у металургійних процесах: захищають метал, який покривається ними, від шкідливого впливу газового середовища печі, поглинають спливаючі домішки й виконують інші різноманітні фізико-хімічні функції. **Паливні шлаки** — це осередкові залишки, які утворюються при спалюванні твердого палива в топках парових котлів, а також частки золи, яка спікається або сплавляється в шматки.

Вихід металургійних шлаків дуже великий, і в промисловості України становить від 0,4 до 0,65 т на одну тонну чавуну. Склад металургійних шлаків складний, у ньому зустрічаються до 30 різних хімічних елементів у вигляді оксидів кремнію, кальцію, магнію. У менших кількостях присутні оксидні сполуки титану, заліза, фосфору, ванадію.

Основні шлаки характеризуються високим вмістом оксиду кальцію (43–50%) і низьким змістом глинозему (до 10%). В Україні основні шлаки становлять більше половини всіх металургійних шлаків. Нейтральні шлаки містять 42–48% CaO. Кислі шлаки становлять по масі біля третини всіх шлаків у країні. Вони містять відносно менше CaO (35–42%), але більше глинозему.

Підприємства чорної металургії країни дають щорічно близько 50 млн. т доменних і близько 20 млн. т сталеплавильних шлаків. Безупинно збільшується кількість шлаків у відвалах, які зараз становлять не менш 320 млн. т.

Шлакові відходи є цінною сировиною для цивільного, промислового й дорожнього будівництва. Основним споживачем металургійних шлаків є цементна промисловість, яка тепер використовує більше 23 млн. т гранульованих доменних шлаків щорічно. При цьому шлаки використовуються як гідравлічні домішки при виробництві цементу й шлакопортландцементу вищих марок, а також у якості вихідного сировинного компонента при виробництві поргланцементного клінкера сухим способом. Шлакові домішки вводять до складу цементу додатково до його основних компонентів: вапняку, крейди, мергелю й глини. У цей час значні потужності цементної

промисловості, заводів з виробництва легких залізобетонних конструкцій, теплоізоляційних та інших будівельних матеріалів працюють на основі використання металургійних шлаків. Щорічно більше 75% загальної кількості одержаних в Україні доменних шлаків використовують при виробництві будівельних матеріалів.

Використання доменних шлаків при виробництві цементу припускає їх одержання, як правило, у гранульованому виді, що, у свою чергу, вимагає здійснення грануляції на самому металургійному заводі. У цьому зв'язку важливого значення набуває визначення можливості використання в цементній промисловості шлаків, раніше накопичених у відходах. Експерименти, проведені на Балаклейському цементному заводі показали, що введення в сировину шихти доменних шлаків з відвалів значно підвищує продуктивність обортових печей, при цьому потреба в відвальних шлаках тільки для одного Балаклейського заводу досягає майже 300 тис. т/рік.

Економічність використання гранульованих доменних шлаків видна з таких даних. Для бетонів класу В 25 (марка 300), з яких роблять до 80% всіх збірних і залізобетонних конструкцій, різниця у витраті портландцементу й шлакопортландцементу становить близько 5%. Випуск цементу при використанні шлаків збільшується в 1,5–2 рази, при цьому витрата палива зменшується на 40%. Введення доменних шлаків у сировинну суміш забезпечує збільшення продуктивності цементних печей і зниження питомих витрат палива на 15%. При використанні доменних шлаків для виробництва шлакопортландцементу паливно-енергетичні витрати на одиницю продукції знижуються майже в 2 рази, а собівартість — до 26–30%. Крім того, активні жужільні домішки різко поліпшують будівельно-технічні властивості цементу, підвищують його якість і міцність. Одержання шлакопортландцементів та інших цементів — не єдиний спосіб використання доменних шлаків чорної металургії. Доменні шлаки знаходять широке застосування також для виробництва цілого ряду інших будівельних матеріалів і виробів: жужільної пемзи, шлаковати й шлакосплавів.

На основі шлаків виготовляють шлакобетон — легкий бетон, у який як дрібний заповнювач замість піску або разом з ним введені гранульовані металургійні або котельні (паливні) шлаки, а як великий заповнювач замість гравію й щебенів — кускові паливні шлаки, які не розпадаються. Кращим заповнювачем для шлакобетону є кам'яновугільні шлаки, які складаються зі вспучених осклованих шматків з домішкою часток міцного й пористого коксу. Щоб уникнути ржавіння сталевих арматур шлаки для армованого шлакобетону повинні містити не більше 3% сполук сірки і не більше 5% часток вугілля, яке не згоріло. Шлакобетон служить для будівництва легких перекриттів, а також для виготовлення будівельного каменю й великих блоків, які використовуються для кладки стін. Об'ємна маса шла-

кобетону — 1400–1600 кг/м³, межа міцності при стискуванні — до 100 кг/см².

Металургійні шлаки йдуть на виробництво жужільної пемзи або термозиту — штучного пористого заповнювача легкого бетону, який одержують спучуванням розплавів металургійних шлаків при їхньому швидкому охолодженні. Марки щебенів з термозиту: 400, 600, 800; середня щільність піску не більше 1200 кг/м³. Термозит використовують при виробництві легких бетонів, бетонних і залізобетонних конструкцій, а також теплоізоляційних композицій. Більшість фізико-механічних характеристик жужільної пемзи залежить від її мікроструктури. Найвищими показниками міцності володіють матеріали, у яких мікрористалічні утворення становлять 40–60% маси, а розмір пор не більше 1–3 мкм. Зі збільшенням розміру пор знижується міцність, збільшується об'єм порожнеч у суміші зерен заповнювачів, що підвищує витрату в'язкого матеріалу. Зернові сполуки кожної фракції регламентуються нормативними документами. Промислове виробництво жужільної пемзи в Україні почато в 1957 р. Використання жужільної пемзи в якості ефективних великих і дрібних заповнювачів для виготовлення теплозвукоізоляційних матеріалів і конструктивного легкого бетону дозволяє знизити масу конструкцій, які обгороджують будинки у порівнянні із цегельними на 10–15%, значно підвищити їх теплоізоляційні властивості й знизити витрати цементу на 15–20%.

Одним з унікальних будівельних матеріалів є шлакоситали — продукти, одержані керованою каталізованою кристалізацією скла на основі доменних шлаків. Вони складаються із дрібних кристалів розмірами до декількох мкм у сполученні із залишковою склоподібною фазою, яка становить менш 40% по об'єму.

Каталізована кристалізація жужільного скла є складним фізико-хімічним процесом. Одержання закристалізованого матеріалу певної мікроструктури з максимальною кількістю кристалічної фази й із заданими фізико-хімічними й механічними властивостями визначається багатьма факторами. Основні з них: хімічний склад скла, вид і кількість каталітичних добавок, режим термообробки.

Хімічний склад жужільного скла повинен забезпечити тонкодисперсність структури закристалізованого матеріалу (розмір кристалів не повинен перевищувати 1,5–2 мкм) і сприяти виділенню кристалічних фаз, які мають в'язкі властивості, обумовлені сферою застосування шлакоситалів (фізико-механічні, термічні, жаростійкі та інші властивості). До складу шлакоситалів входять наступні хімічні елементи: Si, Al, Ca, Mg, Mn, Fe, Ti, Na, Zn, F. Склокристалічні ситали й шлакоситали являють собою типовий полімерний матеріал, отриманий на основі кремнезему. У масі шлакоситали пофарбовані в білий, чорний або сірий кольори, нерідко покриваються (з однієї сторони) кольоровими керамічними фарбами. Основою шихти для одер-

жання шлакоситалів служить здрібнені доменні шлаки (до 60%), пісок (35–40%) і деякі інші домішки. Основною коригувальною добавкою є пісок. Каталізаторами кристалізації служать сульфід заліза й марганцю, які містяться в доменному шлаку, що виключає необхідність їх спеціального введення. Для одержання білих кольорів скла зазвичай додають оксид цинку. Сам процес варіння скла для одержання шлакоситалу здійснюється в скловарній печі.

Для масового потокового механізованого виробництва найбільше підходять шлакоситали: чорний (сполука «2») і білий (сполука «Б-12»). Шлакоситали мають високу міцність на стискування (більшу, ніж кам'яне лиття, кислототривка кераміка, порцеляна й природні камені). Міцність шлакоситалу на вигин більша, ніж у скла, порцеляни, кераміки, кам'яного лиття, природного каменю й наближається до міцності чавуну. Шлакоситали в три вражай легше чавуну й сталі. Дрібнокристалічна щільна структура шлакоситалів визначає їхню високу стійкість до стирання, яка у них в 4–8 разів більша, ніж у кам'яного лиття, в 20–30 разів більша, ніж у граніту й мармуру, і в 35 разів більша, ніж у порцеляни. Шлакоситали морозостійкі; по хімічній стійкості до кислот і лугів вони не поступаються кам'яному литтю, кераміці й порцеляні й часто застосовуються як антикорозійний захист.

Тільки за перше десятиліття випуску в будівництві було ефективно використано більше 7 млн. м² шлакоситалу, а економічний ефект від його застосування перевищив 18 млн. грн.

Використання в будівельній промисловості шлаків кольорової металургії. Шлаки кольорової металургії відрізняються великою розмаїтістю; їх питома маса в порівнянні зі шлаками чорної металургії, якщо вважати на одиницю виплавленого металу, значно більша. Якщо при виплавці чавуну й сталі утворюється 0,2–1 т шлаків на 1 т металу, то при виплавці нікелю його кількість досягає 150 т, міді — не менше 10–30 т.

Крім оксидів кремнію, алюмінію, кальцію, магнію, заліза й марганцю в шлаках міститься значна кількість таких цінних компонентів, як мідь, кобальт, цинк, свинець, кадмій, рідкі метали. У зв'язку зі специфічною сполукою шлаків кольорової металургії загальним перспективним напрямком у вирішенні проблеми їхнього використання є принцип комплексної переробки, яка включає три основні стадії:

- 1) попередній витяг кольорових і рідких металів;
- 2) виділення заліза;
- 3) використання силікатного залишку шлаків для виробництва будівельних матеріалів.

Численними дослідженнями встановлено, що шлаки мідної й нікелевої плавки, як правило, по характеристикам міцності, теплофізичним властивостям, коефіцієнту зносостійкості, кислотостійкості значно перевищу-

ють аналогічні показники доменних шлаків. З використанням в'язких шлаків кольорової металургії при автоклавному твердінні можна одержувати бетони. По фізико-хімічних властивостях бетони автоклавного твердіння із гранульованих шлаків кольорової металургії мало чим відрізняються від автоклавних бетонів на клінкерних цементах і можуть бути застосовані при виготовленні бетонних і залізобетонних виробів практично всієї номенклатури. Переробка шлаків кольорової металургії на пісок і щебінь після витягу цінних металів представляється найбільш оптимальним шляхом рішення проблеми їхньої утилізації, оскільки потреба в піску й щебенях (гравії) дуже велика й обчислюється для нашої країни сотнями тисяч і мільйонами кубічних метрів.

Утилізація золи й шлаків теплових електростанцій. При спалюванні твердого палива з його мінеральної частини утворюються зола й шлаки, вміст яких різний для різних видів палива. Вони становлять, %: в бурому вугіллі — 10–15; в кам'яному вугіллі — 3–40; в антрациті — 2–30; в горючих сланцях — 50–80; в паливному торфі — 2–30; в дровах 0,5–1,5; в мазуті — 0,15–0,2 і т. ін. Зараз на більшості ТЕЦ паливо спалюють у пилоподібному стані, причому температура в топковій камері досягає 1200–1600°C. При цьому конгломерати різних сполук, які утворюються з його мінеральної частини, виділяються у вигляді пилоподібної маси. Дрібні й легкі частки (розміри від 5 до 100 мкм), які містяться в золі в кількості до 80–85%, виносяться з топок конгломератів димовими газами, утворюючи так званій «золувинос». Більші частинки осідають на поді топок, оплавляються в кускові шлаки або склоподібну масу, яку потім піддають грануляції. Кількісне співвідношення між шлаками, які утворюються, і золувиносом різне, воно залежить від конструкції топок на ТЕЦ і ГРЕС. Так, у топках із твердим шлаковидаленням у шлаки звичайно переходить 10–20% всієї золи палива. У топках з рідким шлаковидаленням у шлаки переходить 20–40%, а в циклонних топках — до 85–90% всієї золи палива. Паливні шлаки й золувинос відрізняються по складу й властивостям в залежності від виду палива й способу його спалювання.

Золувинос являє собою тонкодисперсний матеріал з малим розміром частинок, що дозволяє використати його для ряду виробництв без додаткового подрібнення. Характерною рисою золи є присутність у ній близько 5–6% незгорілого палива, а також заліза, в основному в закисній формі. Частишки шлаків мають розміри від 0,2 до 20–30 мм. У топках з рідким шлаковидаленням шлаки виходять у гранульованому виді. Для нього характерна склоподібна структура.

За аналогією з металургійними паливними шлаками можна класифікувати на кислі, нейтральні й основні. Більшість паливних шлаків належить до класу кислих або нейтральних. Шлаки кам'яного вугілля вітчизняних родовищ здебільшого є кислими. До основних шлаків, що містять підвищену

кількість закису заліза й до 40% CaO, належать шлаки деяких сортів бурого вугілля і сланців.

Рішення проблеми утилізації золи й шлаків теплових електростанцій у зв'язку з розвитком енергетики здобуває все більшу актуальність. Під золою і шлаковідвалами найбільших ТЕЦ перебувають тисячі гектарів землі, придатної до використання в сільському господарстві. Використання відходів ТЕЦ має ще й велике екологічне значення, оскільки вони забруднюють водний і особливо повітряний басейни, часто в кількостях, що перевищують ГДК. Самовидалення золи й шлаків у відвали й утримання останніх вимагають значні витрати. Досить сказати, що тільки за одну добу роботи ТЕЦ потужністю 1 млн кВт спалюється близько 10000 т вугілля й утворюється 1000 т шлаків і золи, під складування яких (висотою 8 м) потрібно більше 1 га вільної площі на рік.

Існує небезпека незворотнього забруднення біосфери внаслідок розпилення золи ТЕЦ при зберіганні у відвалах, оскільки при згоранні вугілля в золі залишаються радіоізотопи уран-радієвого й торієвого рядів, які там і залишаються. Вони не розведені масою вуглецю, тобто перебувають у концентрованому, а отже і в більш небезпечному виді.

Тим часом золи й шлаки ТЕЦ при правильному й ефективному їх використанні являють собою багате джерело розширення сировинних ресурсів різних галузей народного господарства, у першу чергу, промисловості будівельних матеріалів. Області застосування золи й шлаків численні. Грудкові шлаки використовують як заповнювач для бетону в дорожньому будівництві, для теплоізоляційних засипань; золувинос — як гідралічну добавку до цементу (10–15%), як компонент цементної сировинної суміші (основні золи); як кремнеземистий компонент — при виробництві автоклавного й безавтоклавного газобетону, легких щільних і поризованих керамзитобетонів; для виробництва штучних заповнювачів (аглопоритного й зольного гравію, золокерамзиту); як кремнеземний компонент при виробництві силікатної цегли. Золошлакові суміші знаходять застосування у виробництві місцевих в'язучих компонентів типу вапняно-зольних, або цементно-зольних.

В останні роки все більшого значення набуває виготовлення на основі паливної золи та шлаків, описаних вище, таких матеріалів, як золоситали й шлакоситали. Однак, незважаючи на очевидні вигоди й перспективи широкого застосування золи й шлаків ТЕЦ у вітчизняній практиці їх використовують явно недостатньо: у США, наприклад, утилізують 20% золи ТЕЦ, у Франції — 62%, у Німеччині — до 76%, в Україні же поки що річне споживання золи не перевищує 5%. Причина полягає в тому, що ліквідація золовідвалів ТЕЦ і переробка золи і шлаків у будівельні матеріали пов'язана з необхідністю рішення цілого комплексу питань: транспортування, будівництва золовантажних пристроїв та ін.

3.7. Знешкодження та утилізація відходів фенолу

Відходи фенолу — один із потужних відходів хімічної промисловості. У процесі виробництва органічних барвників і пігментів, пластмас, саліцилової й пікринової кислот, фармацевтичних субстанцій, ПАР, присадок до масел і бензинів і т. ін. утворюються значна кількість токсичних відходів фенолу. Фенол одержують із кам'яновугільного дьогтю й синтетичним способом. Він є токсичною речовиною, при попаданні на шкіру викликає опіки; гранично припустима концентрація його в повітрі 5 мг/м^3 , у стічних водах — $1\text{--}2 \text{ мг/м}^3$. Фенол служить основною сировиною при одержанні фенолоформальдегідних пластмас. Відходами виробництва є фенольна смола й фенольна вода. Утворення фенольної смоли йде на стадії кислотного розкладання гідроперекису ізопропілбензолу на фенол і ацетон. Фенольна смола є кубовим залишком після дистиляції продуктів розкладання гідроперекису кумолу. При температурі понад 50°C фенольна смола являє собою рухливу масу темних кольорів. Норма утворення фенольної смоли — 130 кг/т фенолу.

Зараз у промисловості відомі *два основних напрямки* використання фенольної смоли:

- як домішки до топочного масла на сланцеперероблюючих комбінатах. Топочне масло в цьому випадку використовується як котельне паливо, при цьому скраплюються всі цінні компоненти, що містяться в смолі: фенол, ізопропілбензол, альфа-метилпірол, ацетон;

- пряме використання фенольної смоли, що дозволяє повністю (без залишку) використати смолу замість дефіцитної сировини (фенолу) без додаткових капітальних вкладень. Зараз фенольну смолу безпосередньо використовують у виробництві двох марок фенолоформальдегідних смол № 18 і № 236, які йдуть на виготовлення фенопластів. Загальна потреба у фенольній смолі по країні становить $1,5 \text{ тис. т/рік}$.

При виробництві фенолоформальдегідних смол фенольну смолу попередньо розріджують фенолом, підігрівають до 40°C і потім подають у реактор з мішалкою. Обігрів ведеться через сорочку апарата. Відповідно до рецептури, яку складають окремо для кожної марки фенолоформальдегідної смоли, в апарат завантажують потрібні компоненти, масу весь час перемішують (поки йде реакція та під час висушування, яке здійснюється в тому ж апараті). По закінченні процесу підшарова вода, яка представляє собою відхід виробництва, зливається; продукт і фенолоформальдегідну смолу використовують для одержання прес-порошків або текстоліту.

До числа перспективних розробок по утилізації фенольної смоли належать *термічна деструкція й гідрогенізаційний метод*. В результаті процесу термічної деструкції в реакторі-розподільнику, де температурний режим забезпечується теплоносієм, додатково утворюються фенол, альфа-

метилстирол, ізопропілбензол. Кубовий залишок, що утворюється в процесі наступної ректифікації, направляється в рецикл і частково виводиться із процесу, попередньо змішуючись із розріджувачем. Розведений залишок направляється на спалювання.

Гідрогенізаційний метод переробки фенольної смоли, розроблений Інститутом гірських копалин (Москва). Метод гідрування фенольної смоли на алюмокобальтмолібденовому каталізаторі складається зі стадій знесолення, гідрування, поділу продуктів гідрування. Цей метод дозволяє перетворювати всі побічні продукти, які входять до складу фенольної смоли, у цільові продукти: ацетофенон — в етилбензол; диметилфенілкарбінол і димер альфа-метилстиролу — в ізопропілбензол; складний фенол — у фенол та ізопропілбензол.

Фенольна вода — це стічна вода при виробництві фенолу; вона містить, %: фенолу — 6–7, ацетону — до 0,5, фенолятів — до 5. Норма утворення фенольних стічних вод на підприємствах становить 200–300 кг на 1 т отриманого фенолу.

На підприємствах виділяють фенол зі стічних вод, для чого використовується переважно **екстракційний метод**, який включає наступні основні стадії: сірчанокислотний розклад лужних фенольних стоків, екстракцію фенолу діізопропіловим ефіром або вуглеводневою фракцією, очистку залишкового екстрагента з обезфенолених вод і регенерацію відпрацьованого екстрагента. Екстракція діізопропіловим ефіром забезпечує очищення стічних вод від фенолу на 99,9% (залишковий вміст фенолу в очищеній воді 150–200 мг/л).

При екстракції вуглеводневою фракцією залишковий вміст фенолу в очищених стоках досягає 2000 мг/л. Екстракційний спосіб очищення стічних вод від фенолу дозволяє повернути у виробництво від 0,5 до 3 тис. т фенолу на рік, в залежності від застосовуваного екстрагента й потужності виробництва.

3.8. Загальні відомості про обробку нафтових відходів. Класифікація нафтовмісних відходів і забруднень

Обробка нафтових відходів. У загальній масі токсичних відходів промислового виробництва значну частину становлять похідні нафти. Нафта — це рідка корисна копалина, основу якої становлять вуглеводні, кисневі, сірчисті й деякі інші сполуки. Нафта є одним з основних джерел енергії та одним з головних сировинних ресурсів хімічної промисловості. Її видобуток постійно росте. Фахівцями підраховано, що до 2015 року у світі буде добуватися від 10 до 20 млрд. т нафти на рік. З іншого боку, нафта й одер-

жани наприкінці технологічного циклу з неї нафтопродукти (за винятком палива й готової продукції) перетворюються у відходи.

Нафтовмісні відходи й втрати нафтопродуктів у кількісному і якісному відношеннях є одними з основних забруднювачів навколишнього середовища — водоймищ, ґрунту й повітря.

На шляху від нафтопереробного заводу до споживача мають місце втрати від випарів, витоків, проток, розбризкування, неповноти зливу нафтоналивних суден, залізничних і автомобільних цистерн, змішування, обводнювання, зачищення, аварій. Таким чином, частина свіжих нафтопродуктів, не пройшовши ще стадію технологічного використання, переходить у відходи.

У багатьох великих містах розвинених країн зосереджені підприємства машинобудівної, хімічної, металургійної, електротехнічної, нафтопереробної, суднобудівної, харчової й іншої галузей промисловості, які споживають нафтопродукти й розчинники у вигляді палива, мастил, консистентних змащень, промивних рідин і т. ін. На цих підприємствах утворюється велика кількість нафтовмісних відходів, а також стічних вод, які містять нафтопродукти. У США втрати нафтопродуктів при транспортуванні та в технологічних циклах підприємств, наприклад, розподіляються в такий спосіб, %:

Двигуни внутрішнього згорання	38,1
Промислові механізми	27,3
Прибережні танкери	11,2
Інші типи суден	10,8
Нафтозаводи й нафтохімічні підприємства	6,3
Випадкові протоки	4,2
Операції по промиванню танкерів далеко від берега	2,1

Таким чином, близько 65% загального скидання нафтопродуктів у навколишнє середовище становлять скидання від промислових механізмів і транспортних засобів. Крім неминучих технологічних втрат (вигар у двигунах внутрішнього згорання, винос зі стружкою, випари і т. ін.), мають місце втрати, яких можна й потрібно уникнути завдяки підвищенню технологічної дисципліни. Наприклад, багато років в Україні на підприємствах і на транспорті миють і знежирюють деталі горючими рідинами — бензином, гасом, ацетоном і т. ін., тобто рідинами, зовсім не призначеними для цих цілей. Крім втрат цінних нафтопродуктів це було ще й причиною чималої кількості пожеж. Більшість вітчизняних підприємств має локальні очисні споруди. При очищенні води на них виділяється велика кількість нафтовмісних осадів і рідких нафтовідходів. Присутність нафтопродуктів, особливо легкозаймистих рідин у каналізаційних колекторах, створює не-

безпеку вибуху й руйнування як колекторів, так і перекачувальних насосних станцій.

Вміст нафтопродуктів у стічних водах підприємств, які надходять у міську каналізацію, у багатьох випадках досягають 50–100 мг/л (машинобудівні, металургійні заводи), а іноді доходить до декількох сотень мг/л (авто- й вагоноремонтні підприємства, заводи залізобетонних виробів, автомобільні господарства). Загалом, вміст нафтопродуктів у стічних водах, які надходять, наприклад, на Бортницьку станцію аерації, коливається в межах 3–12 мг/л, у стічних водах після біологічного очищення — у межах 0,3–1,7 мг/м. Ефективність видалення нафтопродуктів на станціях очистки стічних вод у цілому становить 80–97%.

Значна частина стічних вод, які містять нафтопродукти, попадає в міську каналізацію. Нафтопродукти негативно впливають на режим роботи біологічних станцій аерації. Багаторічна практика роботи станцій аерації показує, що значні труднощі в експлуатації очисних споруд виникають через періодичні надходження зі стічними водами великої кількості нафтопродуктів і жирів. Робота ряду станцій неодноразово порушується через «заплови» скиди нафтопродуктів.

Велика кількість нафтопродуктів надходить разом зі зливовими водами. Вони змивають із вуличних покриттів і з територій промислових підприємств пил, сміття, пролиті нафтопродукти, конденсат вихлопних газів автотранспорту та ін. У результаті відбувається забруднення донних відкладень водою. Взимку велика кількість нафтопродуктів надходить у водойми міст зі снігом, який скидається, забруднення якого нафтопродуктами становить 0,3–0,6 кг/м³, а завислими речовинами — 1,25–12 кг/м³, що, крім забруднення води, сприяє утворенню нафтовмісних донних відкладень.

Зараз близько 30% води київського водопроводу подається через міську водогінну мережу на технологічні потреби, у тому числі на мийку автомобілів, автоагрегатів, автобусів, трамваїв, електропоїздів і т. ін. Стічні води, які утворюються, сильно забруднені нафтопродуктами й механічними домішками.

Розрахунковий ступінь забруднення при проектуванні очисних споруд для виробничих стічних вод становить по нафтопродуктах до 800 мг/л, по завислих речовинах — 1200 мг/л. Для зливових вод ті ж значення відповідають 200 і 2150 мг/л (ДСанПіН 199-97).

Однією з головних причин забруднення водою, рік і ґрунту нафтопродуктами є відсутність можливості їхньої утилізації й знешкодження, у результаті чого один раз затримані на очисних спорудах нафтовідходи, тим або іншим шляхом знову попадають у каналізацію й водойми, що приводить до безглуздої витрати величезних коштів.

Класифікація нафтоутримуючих відходів і забруднень. Нафтовмісні відходи й забруднення належать до токсичних промислових відходів орга-

нічного походження з можливими мінеральними домішками. Вони можуть бути: горючими, негорючими та обмежено горючими.

Горючі відходи. Під горючими відходами маються на увазі продукти вуглеводневих сполук, які відробили в технологічному циклі, з погіршеними внаслідок цього фізико-хімічними властивостями, здатні горіти самостійно або в суміші з додатковим паливом (рідкі горючі відходи — авіаційний, автомобільний бензини, освітлювальний гас, дизельні, котельні, моторні палива та ін.). Ця група відходів нафтопродуктів утворюється в процесі транспортування, зберігання, проток, нераціонального використання в якості промивної рідини й т. д.

Негорючі відходи (мастильні матеріали: консистентні змащення, індустріальні, моторні та інші масла). При використанні мастильних матеріалів мають місце їх безповоротні втрати за рахунок згоряння у двигунах, випару, проток й т.п., причому розміри втрат для кожного продукту різні, і в середньому становлять 50%. Так, безповоротні втрати моторних масел у двигунах досягають 70–90%, а втрати індустріальних масел становлять 10–12%, причому ця величина у великому ступені залежить від технічного рівня підприємств.

Обмежено горючі відходи (промивні рідини та нафтошлами, осад з очисних споруд, мазутна земля й т. ін.).

Для полегшення вибору методу попередньої обробки й наступного знешкодження нафтовідходів необхідна їх класифікація.

В основу класифікації покладено такі **категорії**:

- теплота згоряння;
- походження;
- вологість осадів рідких нафтовідходів і забруднень;
- здатність до механічного зневоднювання.

До нафтовідходів можуть бути також умовно віднесені деякі побутові відходи ненафтового походження (жири, клеї, фарби, деякі розчинники й т. ін.), теплофізичні властивості яких і методи кінцевої обробки близькі до нафтовідходів. У зв'язку із цим представляється доцільним розподілити всі нафтовідходи й деякі інші органічні речовини на **п'ять категорій** (табл. 3.1). Кожна категорія при цьому розділена на групи, які відбивають характер і походження відходів (усього 14 груп).

До **першої категорії** належить більшість осадів і рідких нафтовідходів, які затримуються на очисних спорудах дрібних і середніх підприємств, і деякі інші відходи, наприклад, шлами зі ставків-шламонакопичувачів нафтопереробних заводів (НПЗ), верхній шар із цих ставків і т. ін. У процесі очищення стічних вод тут звичайно не застосовують реагенти, тому відходи відносно добре віддають воду при гравітаційному ущільненні.

Специфіка **другої категорії** відходів полягає в тому, що через багатоконпонентність стічних вод для їхнього очищення застосовують реагенти:

$Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, $Ca(OH)_2$, поліакриламід і т. ін., які надають осаду частково властивості гелю. Багатокомпонентність нафтовідходів, які спливають, приводить до погіршення їхнього розшаровування.

Таблиця 3.1

Класифікація нафтовмісних та близьких до них відходів

Категорія відходів	Походження відходів та їх розподіл по групах	Початковий фазовий стан
I — відходи безреагентної обробки нафтовмісних стічних вод	1 Нафтовмісні осади з очисних споруд 2 Рідкі нафтовідходи з очисних споруд 3 Шлами з ставків-шламонакопичувачів НПЗ 4 Верхній шар з ставків-шламонакопичувачів НПЗ 5 Нафтовмісні осади з місцевих очисних споруд та очисних споруд підприємств	Напіврідкий, вологість 85–97% Рідкий, вологість до 75% Напіврідкий, вологість до 75% Рідкий, вологість 85–91% Напіврідкий, вологість до 75%
II — відходи реагентної обробки нафтовмісних стічних вод	6 Рідкі нафтовідходи з місцевих очисних споруд та очисних споруд великих промислових підприємств	Рідкий, вологість до 75%
III — відходи ЛЗР та продуктів на їх основі	7 Розчинники та промивні рідини (бензин-калоша, толуол та ін.) 8 Відходи лаків, нітрофарб, емалей та ін.	Рідкий, вміст води від 0 до 50% Пастоподібний, вміст пігментів до 20%
Категорія відходів	Походження відходів та їх розподіл по групах	Початковий фазовий стан
IV — відходи важкороздільних нафтовмісних та інших органічних рідин та паст	9 Емульсії, концентрати емульсій типу СП-3, ППХ-45Е, ЕТ-2 та ін. 10 Продукти обробки висококонцентрованих розчинів на основі «Лабоміда» та інші СПАР 11 Флотоконцентрати, в т.ч. місцевих очисних споруд	Рідкий, вміст масел 140–460 г/л Рідкий Пастоподібний, вміст нафтопродуктів — 30%, води — до 60%, механічних домішок — до 10%
V — інші рідкі та напіврідкі нафтовмісні та інші відходи	12 Масла, продукти зачистки нафтових та мазутних резервуарів, які не приймаються на регенерацію 13 Жирові відходи, кубові залишки та ін. 14 Кислі гідрони та ін.	Рідкий, напіврідкий Напіврідке (до пастоподібного)

До *третьої категорії* належать ЛЗР і продукти на їх основі.

Відходи *четвертої категорії* (емульсії, флотоконцентрати та ін.) відрізняються від інших тим, що вони практично не зневоднюються механічним шляхом і містять мало горючих компонентів.

До *п'ятої категорії* віднесені інші нафтовідходи, у тому числі ті, які потребують специфічних методів обробки, наприклад, кислі гудрони.

3.8.1. Основні методи знешкодження та переробки нафтовідходів

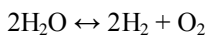
Основними методами знешкодження та переробки нафтовідходів є наступні [4]:

Механічне зневоднення нафтовмісних відходів з очисних споруд. З метою зменшення об'єму при складуванні й підвищення ефективності спалювання механічне зневоднювання нафтовмісних забруднень, уловлених на локальних очисних спорудах промислових і автотранспортних підприємств, може здійснюватися *екстенсивними й інтенсивними методами*. **Екстенсивні методи** застосовують при зневоднюванні в різного роду ущільнювачах і обробних резервуарах, **інтенсивне** ж згущення й зневоднювання здійснюється за допомогою фільтрування, гідроциклонування, центрифугування та ін.

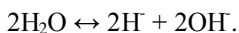
Спалювання нафтовідходів та термічне знешкодження нафтовмісних осадів і шламів. Неутилізуемі рідкі нафтовмісні й інші вуглецевмісні відходи й забруднення, які піддаються термічному знешкодженню шляхом спалювання, звичайно сильно обводнені й містять у собі механічні домішки. При горінні обводнених нафтопродуктів відбуваються складні фізико-хімічні перетворення. Відмінною рисою спалювання обводнених нафтовідходів є наявність у зоні полум'я водяної пари. При цьому її поява викликана процесом хімічного перетворення, тому що вода вводиться в камеру горіння з паливом ще до запалення горючої суміші.

Відповідно до сучасної теорії горіння й ланцюгових реакцій можна вважати, що наявність води в нафтопродуктах і відповідно підвищений вміст водяної пари як у горючій суміші, так і в продуктах згорання повинна позитивно позначатися на процесі горіння й, у першу чергу, на швидкості поширення полум'я.

Відомо, що швидкість ланцюгової хімічної реакції пропорційна концентрації активних центрів. Для обводненого палива концентрація таких центрів буде завжди більшою, ніж у необводненого палива. Зі збільшенням обводненості палива, яке спалюється, росте парціальний тиск водяної пари у продуктах згорання, при цьому одночасно збільшується кількість дисоційованих молекул водяної пари. Термічна дисоціація водяної пари на водень і кисень відповідає рівнянню:



при цьому можлива дисоціація води на водень і гідроксил, тобто існування рівноваги:



В процесі горіння обводненого палива дисоціація може відбуватися також внаслідок електронного збудження молекул або атомів від ударів їх між собою при мікровибухах.

Для **термічного знешкодження** твердих нафтовмісних відходів (осади з очисних споруд промислових підприємств, шлами НПЗ і т. ін.), основним компонентом яких є мінеральні домішки, застосовуються печі з киплячим шаром, а також багатоподові й барабанні печі. На підприємствах нафтопереробної промисловості було побудовано кілька печей з киплячим шаром для спалювання нафтошламів. Одна з таких установок експлуатувалась на Уфімському НПЗ (Росія). Піч являла собою вертикальний циліндричний апарат, футерований зсередини вогнетривкою цеглою діаметром 2,6 м, висотою 8 м. Як матеріал для створення киплячого шару застосовується кварцевий пісок розміром фракцій 0,8 мм, висота шару становить 800–1000 м. Температура киплячого шару рекомендується в межах 600°C, підігрів його здійснюється паливними форсунками, розташованими як у шарі, так і під шаром. Псевдозрідження шару піску створюється холодним повітрям. Тривала експлуатація печі привела до негативних результатів. Головним лімітуючим фактором виявився киплячий шар, у який подавалася велика кількість холодного повітря. Внаслідок цього попередньо підігрітий до 600°C шар піску швидко охолоджувався до 400–450°C. При такій температурі в шарі піску процес горіння закінчувався, йшли реакції крекінгу й коксування, тобто газифікації шламу, і це було причиною утворення коксових агломератів і закупорювання киплячого шару. Ці та інші причини привели до того, що установка була піддана докорінній реконструкції. Проект реконструкції передбачав можливість спалювання шламу в топочному об'ємі без використання киплячого шару. Для розпалювання шламу була застосована ротатійна форсунка. Зараз застосування печей з киплячим шаром для прожарювання нафтовмісних шламів обмежено.

Схеми із багатоподовими печами для спалювання осадів каналізаційних станцій застосовуються за рубежом, особливо в Західній Європі. Основним технологічним устаткуванням для спалювання нафтовмісних осадів з очисних споруд (як правило, у суміші з іншими побутовими відходами) є барабанні печі. Оскільки при спалюванні рідких нафтовідходів, обводнених до 20%, більше 60% тепла губиться з газами, які відходять, доцільно цю енергію використовувати на термічне знешкодження негорючих зневодне-

них осадів, тобто сполучити процеси термічного знешкодження рідких горючих і негорючих відходів і забруднень.

Хімічна обробка нафтовмісних відходів. Одним з можливих способів знешкодження твердих і рідких нафтовмісних відходів є хімічний. Цей спосіб дозволяє повністю знешкоджувати відходи, а отримані продукти в ряді випадків використовувати. Наприклад, відходи піддають обробці оксидом луго-земельного металу, попередньо обробленого поверхнево-активними речовинами (ПАР) у відношенні відходи-реагент (1:1–10). Після змішування з відходами оксид луго-земельного металу утворює з водою гідроксид, у результаті чого відходи рівномірно ним адсорбуються.

У підсумку одержують сухий, сильно гідрофобний порошок, який можна використовувати як облицювальний матеріал для різних сховищ, будівельний матеріал при спорудженні доріг, для посипання льоду та ін.

В якості оксидів звичайно використовують оксиди кальцію й магнію, а в якості ПАР — стеаринову кислоту, діізооктилсульфосукцинат натрію, пальмітинову кислоту, парафінове масло, нонілфенолтетрагліколевий ефір та ін. Так, відповідно до однієї з технологій, 500 кг пастоподібних відходів, які містять 240 кг органічних речовин (в основному нафтопродуктів), змішують із 500 кг роздрібненого вапна, попередньо обробленого 5% (по масі) суміші зі стеаринової та пальмітинової кислот. Після реакції утворюється сухий, стійкий при зберіганні порошок.

Відпрацьоване масло в кількості 190 кг змішують із 190 кг негашеного вапна, що містить 1% по масі стеаринової кислоти й 0,2% (по масі) діізооктилсульфосукцината натрію, і 80 л води. Після витримки суміші протягом 30 хв одержують порошокподібну суху речовину.

При забрудненні нафтопродуктами поверхні землі, наприклад узбережжя моря, у випадку протоки судами масел або нафти в аварійних ситуаціях, при сильному забрудненні прибережної акваторії (показники маси наведені умовно з дотриманням необхідних пропорцій) 100 кг масел, які необхідно видалити з піщаного пляжу, обробляють 100 кг дрібного кальцієвого вапна, що містить 1% по масі суміші зі стеаринової й пальмітинової кислот і 0,5% по масі парафінового масла. Вапно рівномірно розподіляють по пляжу. Потім ґрунт обробляють фрезою, щоб вапняна суміш могла реагувати із маслом. Далі ґрунт поливають 80 л води, продукт, який утворюється при цьому можна не видаляти, тому що він містить масло у високодисперсній формі, тобто легко розкладається. Лужноземельними елементами в сполучі з ПАР можна обробляти також емульсії металообробних заводів. Так, водну емульсію, що містить 2 кг масла на 100 л води, обробляють 2 кг негашеного вапна, яке містить 6% по масі нонілфенолтетрагліколевого ефіру. Після закінчення 2 хв настає досить повне очищення емульсії. Отримана суміш відстоюється, а твердий продукт, що випав в осад, відфільтровується.

У ряді випадків замість негашеного вапна в якості основи застосовують окис магнію. В обох випадках ступінь знешкодження наближається до 100%.

Фірмою «Мейснер Грундбау» (Німеччина) розроблена технологія хімічної обробки й знешкодження нафтовмісних відходів (масловмісні шлами, кислі гудрони, маслозабруднені ґрунти, емульсійні шлами та ін.).

За цією технологією одночасно з методом знешкодження зібраних нафтовідходів передбачається очищення й рекультивація забруднених земельних ділянок, на яких відбувалося нагромадження нафтовідходів і використання їх для посадок зелених насаджень, майданчиків із твердим покриттям для стоянок машин, організації складів та ін. Одержаний при такій обробці продукт може бути використаний як будівельний матеріал для створення дорожніх покриттів, фундаментів, облицювального матеріалу, відстійників та ін. За даними фірми за допомогою цього способу можливо також очищення площ розливу нафти, ліквідація нафтових забруднень на пляжах, які виникають при аваріях танкерів або нафтопроводів.

За запропонованою технологією нафтові шлами й осади, доставлені автотранспортом або екскаватором на рівну ущільнену земляну площадку, рівномірно розподіляються по її поверхні шаром певної товщини. На шар шламу, наноситься хімічний гідрофобний реагент на основі негашеного вапна. Пропорційне співвідношення речовин, які змішують, визначає хімічний аналіз. Матеріали ретельно перемішуються рухливими ґрунтовими фрезами до одержання досить однорідної суміші. Між молекулами води, що втримуються в суміші, і негашеним вапном відбувається екзотермічна реакція, яка починається приблизно через півгодини після перемішування й протікає спочатку повільно, поступово прискорюється, при сильному розігріві все змішується і супроводжується утворенням пари й спалахами. Отриману масу доставляють до місця застосування для ущільнення або ж ущільнюють на місці катками або віброущільнювачами.

Продукт реакції — коричнева порошкоподібна речовина, що складається із дрібних гранул. За даними фірми, матеріал інертний відносно впливу на воду й ґрунт, тому що дрібні частки токсичних компонентів укладені у вапняні оболонки — капсули, які рівномірно розподілені в масі продукту; водонепроникний, морозотривкий, має високу щільність, що дозволяє витримувати навантаження до 90 МПа (900 кгс/см²).

Роботи, що виконувалися фірмою «Мейснер Грундбау», велися в такий спосіб. У земляний котлован розміром 50х60 м і глибиною 2 м пошарово товщиною 20–30 см укладалися нафтовідходи, які після нанесення на них шару хімічних реагентів у кількості 20% вихідної речовини, перемішувалися механічною фрезою. Після закінчення хімічної реакції одержуваний шар ущільнювався віброкатком. У такий спосіб був заповнений весь котлован. Зверху для посадки зелених насаджень був нанесений шар землі. Знешкоджені відходи не рибали шкідливого впливу на ґрунтові води й ґрунт.

Зазначений спосіб був уперше застосований при ліквідації кислих гудронів, які нагромадилися на території нафтобази в м. Доллберг (Німеччина, земля Нижня Саксонія). Роботи проводилися у два етапи. Спочатку було оброблено 8000 т відходів, потім після успішного завершення цих робіт було ліквідовано ще 40 000 т кислих гудронів. При цьому площі, які звільнилися, були рекультивовані. За даними фірми для загальної обробки 48 000 т нафтовідходів треба було 8 000 т хімічних реагентів. Загальні витрати на всі роботи склали 2,8 млн. марок, тобто вартість обробки 1 т нафтовідходів склала 60 марок.

Фахівці вважають, що хімічна обробка нафтошламів майже в 2 рази дешевше їхнього спалювання.

У Японії розроблений спосіб хімічного знешкодження відпрацьованих масел, відповідно до якого у відпрацьоване масло додають порошкоподібний реагент, який містить 85,4–91,4% негашеного вапна, 7,2–10,5% силікату кальцію, 1,2–3,9% силікату алюмінію й 0,2% барвника. Отриману суміш потім підсушують із використанням зовнішнього джерела тепла й утилізують у промисловості будівельних матеріалів.

У Японії запропонований також спосіб хімічного знешкодження відходів нафтопродуктів, а також інших відходів і осадів, які містять органічні речовини, оксиди, хлориди й т. ін., шляхом їх отвердження з одержанням матеріалу з високою механічною міцністю, стійкого до дії кислот і нагріванню. Спосіб полягає в змішуванні відходів з помеленими топочними шлаками й гідроксидом лужного металу з наступним отвердженням суміші. У якості гідроксидів лужних металів використовуються NaOH, KOH або LiOH. Порошок шлаків складається з 32–36% Si₂, Al₂O₃, 35–43% CaO, 0,5–10% Mg.

Хімічні реагенти застосовують також при видаленні розливів нафтопродуктів і нафтовмісних відходів з поверхні водойм. Для розсіювання нафти у воді застосовують препарати емульгуючої дії. По своєму складу це біологічно активні поверхнево-активні речовини, які розкладаються; для полегшення їхнього використання вони розведені органічним розчинником.

Енергійне перемішування з водою оброблених обприскуванням нафтових плям як на поверхні моря, так і в прибережній смузі приводить до їхнього розсіювання, тобто до практичного знищення нафтової плями з наступним біохімічним окислюванням. Відомі препарати емульгуючої дії, що випускають різними фірмами у вигляді рідини: Polyclens — фірма «Полицелл Продукт ЛДТ» (Англія); Oil Spill Dispersant N 1901 — фірма «Атлас» (Англія); Neos A.B. — фірма «Неос» (Японія); Oil Spill Disperser — фірма «Драйв» (США); Dispersolos — фірма «ИСИ» (Англія).

Останнім часом для збору нафтопродуктів і нафтовідходів з поверхні водойм, а також для витягу нафтопродуктів зі стічних вод, випробовуються системи з використанням так званих магнітних рідин, які являють собою

стійкі текучі колоїди, які володіють магнітними властивостями. Їх одержують на основі таких компонентів, як вода, вуглеводні, фторовані вуглеводні, мінеральні масла, вакуумні масла, кремнійорганічні рідини, ПАР, а також на основі різних магнетиків, таких як залізо, магнетит (Fe_3O_4), кобальт.

Основні складнощі при одержанні магнітних рідин на заданій основі виникають при підборі ПАР і одержанні частинок магнетика досить дрібних розмірів. Такі частинки можна одержати, наприклад методом хімічної конденсації, яка полягає в осадженні частинок магнетика з водяного розчину солей двох- і тривалентного заліза надлишком концентрованого розчину лугу. Вартість отриманої рідини ненабагато перевищує вартість вхідних у неї компонентів.

Магнітні рідини на вуглеводній основі, наприклад, гасі, добре розчиняються в нафтопродуктах. При необхідності видалення нафтовідходів або розлитої нафти магнітну рідину розпорошують по поверхні води, а потім суміш збирають за допомогою магнітного пристрою, розташованого на плаву.

Біологічна обробка нафтовмісних відходів. Подібно тому, як відбувається під впливом мікроорганізмів і кисню самоочищення водою від нафтопродуктів, що потрапили туди, так відбувається в природних умовах і самоочищення ґрунту. Однак цей процес іде набагато повільніше.

Фірмою «Лео Консулт» (Німеччина) розроблений метод інтенсивного біологічного очищення забрудненої нафтопродуктами ґрунту, піску, глини й та ін. (Біосистем Ерде). По цьому методі умови для життя адаптованих мікроорганізмів оптимізують таким чином, що видалення вуглеводнів із ґрунту здійснюється за 12–24 місяці. Особлива увага при цьому приділяється виду, вологовмісту й гідрології ґрунту, вмісту в ній живильних речовин і мікроелементів, визначенню виду шкідливих речовин (якісна сполука) та їхньої кількості (кількісна сполука), а також визначенню величини рН і наявності бактеріологічних отрут і речовин, які сповільнюють, блокують діяльність мікроорганізмів або перешкоджають їй.

Підібрані 33 штами бактерій загальною чисельністю 136 мікроорганізмів, які перетворюють ароматичні й аліфатичні вуглеводні в нешкідливі діоксид вуглецю (CO_2) і воду (H_2O). Перетворення вуглеводнів відбувається в основному в аеробних умовах.

Технологія біологічної обробки полягає в наступному: забруднені нафтопродуктами ґрунт, пісок та ін. звільняють від сторонніх включень (деревини, пластмаси, сміття, великих каменів та ін.) і гомогенно перемішують із субстратами (мікроорганізмами). При легких і пухких оброблюваних матеріалах додають субстрат «Біо Терра С», при дуже важких, щільних і глинистих ґрунтах — «Біо Борке Г». Застосований для перемішування спеціальний біобарабан гарантує зберігання вибраного співвідношення компонентів перемішування та їхнє оптимальне збагачення киснем.

Співвідношення компонентів перемішування «грунт-субстрат» (близько 9:1) залежить від якості й виду ґрунту, виду й кількості забруднень. Підготовлений у такий спосіб матеріал підлягає складуванню й витримці на біомайданчику. Поверхня, на якій розміщується майданчик, повинна розраховуватися на строк до двох років. По периметру майданчика формують земляний вал висотою близько 40 см.

Як правило, дно біомайданчиків ущільнюють. По горизонтальній поверхні дна укладають плівку з поліетилену високого тиску, а на неї — дренаж у вигляді вафельного полотна. Завдяки цьому полотну поверхневій воді рівномірно проходять через біомайданчик. Вафельна структура дренажу забезпечує надійний стік великої кількості води до приймача, звідки вона забирається насосом і знову розприскується по поверхні майданчика. Одночасно здійснюється аерація забрудненого матеріалу по всій поверхні знизу. Товщина шару суміші «грунт-субстрат» становить 80–100 см. Для захисту від вітру й розмиву біомайданчик засівають травою. Періодично беруть проби, контролюють і регулюють надходження води, вміст кисню й живильних речовин. Регенована площа після мікробіологічної обробки може використовуватися як сільськогосподарські угіддя. Видалення вуглеводнів по методу Біосистем Ерде при достатній його тривалості може бути практично повним. Проведені дослідження показали, що 12–18 місяців обробки досить для видалення вуглеводнів при концентраціях, нижчих 500 мг/кг. Крім того, встановлено, що вже через 1–2 місяці залишкові вуглеводні практично не вимиваються водою. Тому, як правило, повторне використання ґрунту із вмістом вуглеводнів 1000 мг/кг вважається припустимим.

Так, ґрунт на вулицях, уздовж шосейних магістралей і т.ін. містить до 2000 мг/кг нафтопродуктів. Санітарні органи Німеччини та інших країн Західної Європи розглядають ґрунти з вмістом нафтопродуктів до 2000 мг/кг як малозабруднені, які можна не знешкоджувати. Тільки при забрудненні понад 2000 мг/кг органи влади починають переговори про відповідні методи очищення.

Нижче наведені економічні показники різних методів знешкодження нафтозабруднених ґрунтів і осадів при вмісті в них нафтопродуктів більше 1% (за станом на 2006 р.) в порівнянні з мікробіологічним способом:

Спосіб	Вартість знешкодження, (Євро за 1 т)
Термічне знешкодження	250–420
Смітник для ПВ (Німеччина)	225–350
Смітник для ПВ (Нідерланди)	150–250
Смітник для ПВ (Бельгія)	175–250
Біосистема Ерде	135–220

Основним засобом для здійснення процесу знешкодження є сухий бактеріальний препарат «Путті-дойл», отриманий на основі природного штаму вуглеводнеоокислюючих бактерій *Pseudomonas putida* 36. Процес заснований як на дії самих внесених із препаратом мікроорганізмів, так і на стимуляції активності місцевих мікроорганізмів за рахунок додаткової підгодівлі у вигляді мінеральних солей — джерел азоту й фосфору. Бактеріальний штам, який є основою препарату, володіє високою окисляючою активністю, відносно вуглеводнів нафти прямих, розгалужених і циклічної структур, викликаючи в них необоротні процеси деградації до залишкових продуктів, які належать до екологічно нейтральних сполук.

Препарат являє собою дрібнодисперсний світлий порошок з вологістю менше 10% і з концентрацією бактеріальних клітин не нижче 10^{11} у грамі сухої речовини. Розфасовка здійснюється в поліетиленові пакети місткістю 1 і 10 кг. Гарантійний строк зберігання — 1 рік при температурі 20°C. Об'єктами застосування є: забруднені землі, нафтовмісні осади стічних вод, водойми, акваторії морів, промислові стічні води, технологічні резервуари, танки річкових і морських суден, полотно залізниць, території нафтобаз, складів ПММ та ін.

Технологія застосування полягає в приготуванні азотно-фосфорної суміші (підгодівля мікроорганізмів), приготуванні робочої суспензії й обробці ними нафтозабруднених ділянок води й ґрунту. Препарат здатний очищати воду із забрудненням до 25 г/л і ґрунт із забрудненням до 10 кг/м². З його допомогою можна знешкоджувати до 20 компонентів сирої нафти, включаючи асфальт або смолисті фракції. При цьому знижується вміст бензопірену в залишкових продуктах розпаду нафти в 10 разів.

Препарат життєдіяльний при температурах навколишнього середовища від +70 до -50°C, зберігає окисну активність у висушеному стані, стійкий до дії хімічних речовин, які забруднюють води й ґрунти. Він активний тільки в кисневому середовищі й гине в анаеробних умовах, що виключає зараження ним земних надр.

Його застосування підвищує вихід біомаси в 4 рази в порівнянні із природними умовами існування середовища до нафтового забруднення, сприяючи удобренню ґрунту й підвищенню кормових ресурсів для мешканців водойм.

Застосування «Путідойла» на місцевості, забрудненої в пропорції 10 кг нафти на 1 м² ґрунту, дозволяє через 2,5 місяці відновити її рослинний покрив.

3.8.2. Утилізація нафтовідходів у промисловості будівельних матеріалів, на транспорті та в народному господарстві

Нафтовмісні відходи деяких промислових підприємств можуть бути успішно використані при виробництві будівельних матеріалів. Відомо, що зовнішній вигляд і механічні властивості цегли в значній мірі залежать від виду застосовуваних домішок та їхньої якості. Наприклад, ошурки, які використовують як низькоякісні домішки, погіршують зовнішній вигляд цегли. Крім того, ошурки часто не відповідають технічним умовам по гранулометричному складу. Збільшений вміст у них фракцій розміром більш 10 мм приводить до одержання цегли підвищеної тріщинуватості.

Нафтовмісний осад являє собою сіру пастоподібну масу (кек), яку одержують після вакуум-фільтрів з вологістю 70%. У його склад входять: нафтопродукти, ливарний пил із циклонів, абразивний пил від шліфування й полірування, відходи від фарбувальних камер, фосфати для підготовки металевих поверхонь, пісок, глина, залишки скловолокна, сульфатів та ін.

Нафтовідходи (відпрацьовані масла) широко застосовуються у виробництві керамзиту — легкого гранульованого матеріалу з пористою ніздрюватою структурою, який одержують випалом легкоплавких глинистих порід до їхнього спучування при температурі 1100–1200°C. Для виробництва керамзиту використовують два види глин:

- самоспучуємі, тобто такі, що містять достатню кількість органічних речовин;

- глини, бідні цими органічними речовинами.

Для забезпечення спучуємі керамзиту в процесі випалу до вихідної глини перед її завантаженням у барабанну піч додають певну кількість ошурок і до 1% відпрацьованих нафтопродуктів, які на заводах зберігають у спеціальних підземних резервуарах. Надалі керамзит використовують для приготування керамзитобетону, теплоізоляційних матеріалів і т.ін. З огляду на обсяги виробництва керамзиту в країні, потреба у відпрацьованих нафтопродуктах досить велика.

На заводах по регенерації або одержанню мінеральних масел широко використовується відбілююча земля, яка по завершенні технологічного циклу в замасленому виді звичайно викидається на смітники. На заводі з виробництва мінеральних масел у м. Люкендорф (Німеччина) відбілююча глина спеціальним методом регенерується, після чого знову використовується для виробництва мінеральних масел.

Після вторинного використання вона вживається повторно для виробництва цегли. Завдяки такій технології досягається більш рівномірне фарбування обпаленої цегли й зменшується потреба в паливі. Крім того, зведено до мінімуму забруднення навколишнього середовища.

Деякі підприємства іноді використовують рідкі нафтовідходи, які утворюються з них і не придатні до регенерації, для власних потреб або передають їх на інші підприємства. Як правило, у цих випадках застосовується найпростіша технологія обробки нафтовідходів шляхом відстоювання або нагрівання й відстоювання (іноді із застосуванням реагентів). У деяких випадках їх не обробляють взагалі. Так, на київських підприємствах будіндустрії нафтовідходи використовують для змащення невідповідальних механізмів, ланцюгів, форм при виготовленні бетонних плит, на домобудівних комбінатах і заводах ЗБВ і т. ін.

Неутилізуемі нафтовідходи можуть успішно використовуватися в дорожньому будівництві, де потрібно застосування великої кількості органічних матеріалів. Так, для будівництва доріг з асфальтобетонним покриттям потрібно затратити 50–200 т бітуму на 1 км (в залежності від категорії дороги). Проведення ремонтно-експлуатаційних робіт також вимагає значної витрати органічних в'язучих матеріалів, тому що для капітального ремонту асфальтобетонного покриття їх необхідно не менш 70 т/км. Розрахунки показують, що витрата 50 т бітуму з метою перекладу 1 км дороги із гравійним покриттям у більше високу категорію шляхом облаштування полегшеного покриття забезпечує за термін служби цього покриття економію 150–200 т нафтопродуктів.

Іншим напрямком утилізації рідких нафтовідходів може служити їх використання як профілактичних засобів, які запобігають змерзанню вугілля, причому вони можуть замінити дорогі парафіновмісні нафту й мазут.

Нафтовідходи можуть із успіхом застосовуватися також для зміцнення піщаного шару ґрунту. Відомо, що пісок у пустелях досить рухливий, і досить навіть легкого вітру, щоб бархани почали переміщуватися. У результаті обрушуються береги ариків і каналів, засипаються шосейні й залізничні дороги, виходять із ладу щогли електропередач. Цього можна уникнути, якщо на поверхню піску за допомогою фарбопульта, водополивальної, дощувальної машини або інших пристроїв нанести суміш із 6–11%-ного бітуму й відпрацьованого трансформаторного масла. На обпиленій поверхні добре приживаються саксаул, кандин, черкез та інші рослини. Сполука проникає в ґрунт зі швидкістю 0,2 мм/с.

Відходи твердих нафтопродуктів типу бітуму можуть поряд з неорганічними сполуками, такими як цемент, зола, вапно, гіпс і т. ін., використовуватися для отвердження й стабілізації ПВ. Використання бітуму дозволяє поліпшити фізичні властивості ПВ, зокрема, зменшити їх пилотворення й водопроникність при тривалому зберіганні на міських смітниках.

3.8.3. Основні методи регенерації відпрацьованих мінеральних масел

Основну частину нафтовідходів, які збирають і накопичують на промислових і транспортних підприємствах, становлять відпрацьовані масла. Зараз у світі виробляється понад 30 млн. т мінеральних масел. Біля половини цієї кількості безповоротно губиться в процесі використання, а понад 15 млн. т щорічно зливається з машин і механізмів як такі, що повністю або частково втратили свої експлуатаційні властивості, і потребують заміни. Підраховано, що на частку відпрацьованих масел доводиться більше 60% всіх втрат нафтопродуктів.

Відповідно до ГОСТ 21046-98 «Нафтопродукти відпрацьовані. Загальні технічні умови», в залежності від цільового призначення масла підрозділяються на **наступні групи**:

- ММВ — масла моторні відпрацьовані (автотракторні, дизельні, авіаційні, у тому числі моторні масла, які застосовуються в трансмісіях і гідравлічних системах);

- МІВ — масла індустріальні відпрацьовані (турбінні, компресорні, гідравлічні, трансформаторні й т.ін.);

- СНВ — суміші нафтопродуктів відпрацьованих (нафтопродукти, зібрані при зачищенні резервуарів, трубопроводів т. ін.). Сюди ж відносяться нафтопродукти, які витягуються із нафтовмісних стічних вод на очисних спорудах.

Найбільш перспективним і раціональним напрямком використання відпрацьованих мінеральних масел є їхня переробка на маслорегенераційних заводах з одержанням окремих компонентів для повторного використання. **Методи переробки** або регенерації відпрацьованих масел можна розділити на **фізичні, фізико-хімічні й комбіновані** [10].

До **фізичних методів** очищення належать: відстоювання, центрифугування, фільтрація, відгін легких паливних фракцій, вакуумна перегонка. Останній спосіб є найбільш ефективним. Використовуючи його, можна одержувати масла з мінімальною зольністю, коксоємністю, гарними показниками по кольору, незначним вмістом асфальтосмолистих речовин.

До **хімічних методів** очищення належать сірчаноокислотний та лужний. Сірчана кислота активно впливає на більшість забруднень і продукти окислення масел: смоли, асфальтени, нафтеніві кислоти, сірчані сполуки, присадки. Однак застосування сірчаної кислоти пов'язане з утворенням важко утилізуемого кислого гудрону. Тому сірчаноокислотний спосіб замінюють останнім часом більш раціональними процесами, наприклад гідрогенізаційними, які дозволяють істотно поліпшити якість регенованих масел.

У ряді випадків через різноманіття продуктів забруднення властивості масел відновлюють **комбінованими способами**.

Одним зі шляхів утилізації відпрацьованих масел є їхнє змішування із сировою нафтою й спільною переробкою по повній технологічній схемі. Цей спосіб є найбільш простим і розповсюдженим, але не кращим варіантом їхнього використання. Підвищена зольність масел і вміст у них вискоефективних диспергуючих присадок негативно впливають на процес знесолення нафти. Додавання навіть 1% відпрацьованих масел приводить до швидкого порушення роботи електродегідраторів. Тому ця кількість є фактичною межею прийому масел на нафтопереробні заводи.

Простим методом підготовки забруднених і обводнених нафтопродуктів **до задачі на нафтобазі** для наступного глибокого очищення, утилізації на самому підприємстві або передачі іншим організаціям є їхнє відстоювання з підігрівом в обробних резервуарах. Цей метод заснований на принципі відділення нафти від води за рахунок різниці їх щільностей і виникнення деякої піднімальної сили, яка діє на частинки нафтопродуктів. Швидкість спливання частинок залежить від їх розмірів і опору води. Для дрібних частинок розміром у декілька мікрон, дію молекулярних сил можна порівняти з дією піднімальної сили й процес спливання вповільнюється.

Підігрів обводненої суміші нафтопродуктів інтенсифікується підвищенням її температури, яке відбувається через різні коефіцієнти теплового об'ємного розширення води й нафти. Зі збільшенням температури нафтоводяної суміші об'єм нафтопродуктів збільшується швидше, ніж об'єм води, у результаті чого зростає піднімальна сила, яка діє на частинки. Крім того, при зниженні в'язкості води й нафтопродуктів опір води спливанню частинок зменшується. Однак при підвищенні температури більше 70°C починають проявлятися негативні фактори (конвективне перемішування), які сповільнюють процес відстою. У зв'язку із цим нафтоводяну суміш не рекомендується підігрівати вище 60°C. На практиці підігрів нафтоводяної суміші звичайно обмежують 25–30°C, тому що подальше збільшення температури зв'язане зі значною витратою пари, ефект же при цьому дуже малий.

Переробку відпрацьованих моторних масел **за заводською технологією** затруднюють присадки, які містяться в них. Частина присадок, які перейшли в нерозчинний стан, а також частина присадок, абсорбованих на продуктах забруднень, можна видалити з відпрацьованого масла відстоєм або фільтрацією із застосуванням розріджувача й коагулянту. Розчинна або активна частина присадок може бути в принципі збережена в маслі або продукті його вторинної переробки. Однак це вимагає збору й переробки відпрацьованих масел строго по сортах, а також розробки індивідуальної технології переробки кожного сорту масла. Тому при масовому виробництві найбільш прийнятним шляхом виготовлення регенерованого масла ста-

більшої якості є видалення в процесі переробки всієї присадки, у тому числі залишків її активної частини. Вміст присадок у моторних маслах становить 3–15%, а для основних асортиментів масел — 2–6%. Сумарні втрати присадки при її видаленні з масла становлять близько 3% збездомленої сировини. Для одержання регеноерованих відпрацьованих індустріальних і технологічних масел розроблена установка УПТМ-8К (рис. 3.8).

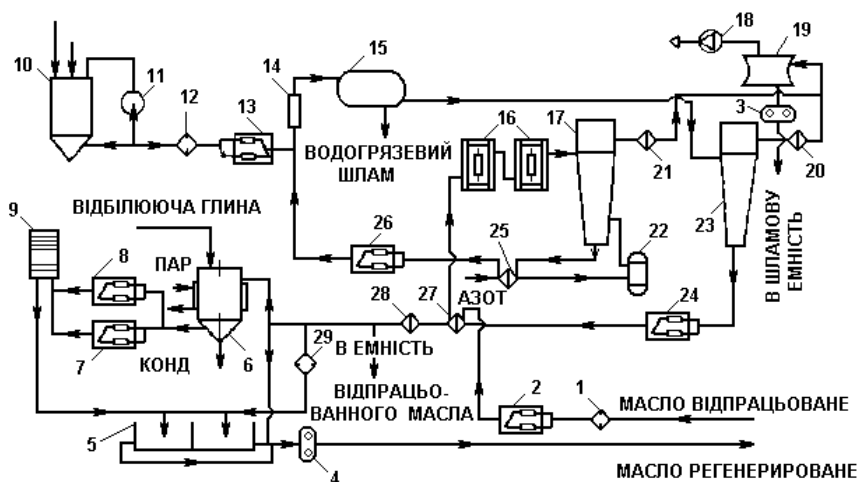


Рис. 3.8. Функціональна схема установки УПТМ-8К:

- 1 — фільтр грубого очищення; 2 — насос-дозатор НД; 3 — агрегат електронасосний; 4 — вузол видачі готової продукції; 5 — ємність двосекційна; 6 — мішалка контактна; 7 — насос плунжерний; 8 — насос-дозатор; 9 — фільтр-прес; 10 — ємність готування коагулянту; 11 — насос ХМ; 12 — фільтр грубого очищення; 13 — насос-дозатор НД; 14 — змішувач; 15 — автоклав-відстійник; 16 — електропіч; 17 — випарник; 18 — насос вакуумний ВВН1-1.5; 19 — збірник відгону; 20, 21 — холодильник-конденсатор; 22 — адсорбер; 23 — випарник; 24 — насос-дозатор; 25 — холодильник; 26 — насос-дозатор НД; 27 — теплообмінник; 28 — холодильник; 29 — фільтр тонкого очищення

В процесі роботи установки відпрацьоване масло насосом 2 через фільтр грубого очищення 1 і теплообмінник 27 подається в електропіч 16, у якій нагрівається до 200°C і далі подається у випарник 17, де з масла віддаляються вода й легколетючі фракції. Далі масло насосом 26 подається в змішувач 14, куди з ємності приготування коагулянту 10 насосом 13 подається 20% розчин коагулянту в кількості 2–3% від продуктивності установки. Перемішане з коагулянтом масло надходить в автоклав-відстійник 15, де відбувається процес відстоювання продукту й видалення коагульованих

часток. Потім з автоклава-відстійника масло подається в другий випарник 23 для видалення слідів води. З нижньої його частини масло насосом 24 через теплообмінник 27 і холодильник 28 подається в контактну мішалку 6, а потім у фільтр-прес 9 для проведення контактного доочищення відбілюючою глиною й видалення механічних домішок з розміром часток більше 1–2 мкм. Очищене масло надходить у двосекційну ємність 5, звідки насосом 4 перекачується в ємності регенованого масла або повертається на повторне очищення. Для одержання технологічних масел передбачений фільтр тонкого очищення 29. У цьому випадку масло після випарника 23, минаючи контактну мішалку 6 і фільтр-прес 9, подається на фільтр тонкого очищення 29, потім у двосекційну ємність 5, звідки перекачується в резервуари регенованого масла.

Регенерація відпрацьованих індустриальних і трансформаторних масел здійснюється в основному на місцях їхнього споживання. Для цього розроблені різні варіанти маслорегенераційних установок. У ряді випадків рідкі нафтовідходи на основі відпрацьованих масел по своєму складу й властивостям не відповідають нормативним вимогам прийому на регенерацію й повинні піддаватися додатковій обробці або по можливості направлятися на спалювання як котельне паливо.

3.8.4. Обробка мастильно-охолоджувальних рідин і масляних емульсій

Широко розповсюдженими слабоконцентрованими нафтовідходами є відпрацьовані масляні емульсії, які застосовуються як мастильно-охолоджувальні рідини (МОР) при роботі металообробних верстатів, прокатних станів і т. ін. [11]. Масляні емульсії — це двофазні системи, у яких одна рідина диспергована в іншій у вигляді крапельок, тобто вони являють собою колоїдні розчини, міцели яких складаються із дрібних крапель мінерального масла, оточених іонами емульгатора (органічних кислот), які орієнтовані вуглеводневими радикалами в бік масла, а карбоксильними групами в бік дисперсійного середовища (води). Пружна оболонка емульгатора, оточена шаром іонів (подвійний електричний шар), перешкоджає руйнуванню емульсій, злиттю крапель масла.

Масляні емульсії готують із різних марок *емульсолів*, основою яких є мінеральне масло. Готування емульсій полягає в змішуванні емульсола з водопровідною водою й содою (5–6% емульсола й 0,2–0,3% соди). Емульсори, які випускаються вітчизняною промисловістю можна розділити на *три групи*: стабілізовані іоногенними емульгаторами, неіоногенними емульгаторами, одночасно іоногенними й неіоногенними емульгаторами. Найбільш часто застосовується в промисловості перша група емульсій. Вони являють собою колоїдні спиртові розчини, які змішуються з водою в будь-

яких пропорціях з утворенням емульсій. Друга група емульсій містить у якості емульгаторів ПАР неіоногенного типу.

До третьої групи належать емульсії, які містять у своєму складі як іоногенні, так і неіоногенні органічні сполуки, які не є емульгаторами, надаючи емульсіям єднальні й антикорозійні властивості (каніфоль, хлорований парафін, осірковане бавовняне масло). У якості емульгаторів там присутні калієві мила жирних кислот, препарат ОП-4, нафтовий сульфонат натрію й синтамід-5.

Всі масляні емульсії, особливо другої групи, мають велику стійкість. При звичайному відстоюванні строком до 3 місяців концентрація масла знижується всього на 10–20%. Термін служби емульсій звичайно не перевищує одного місяця. Їх скидають, якщо вони загустіли в процесі випару вологи, а також при нагромадженні в них великої кількості механічних домішок і при псуванні, коли емульсія здобуває неприємний гнильний запах.

Через велику стійкість емульсій скидання їх на загальні очисні споруди підприємств погіршує якість очищення стічних вод, оскільки високоемульговані нафтопродукти не затримуються у відстійниках і проходять через фільтри доочищення. У зв'язку із цим відпрацьовані емульсії піддають попередній обробці шляхом фільтрування, продування повітрям, методом бактерицидних добавок, наприклад гексахлорофену з метою запобігання загнивання. Іншим шляхом обробки емульсій є їхнє руйнування. Якщо врахувати, що у відпрацьованій емульсії міститься до 50 г/л мінерального масла, а кількість емульсій, що скидають, в залежності від типу підприємства коливається від 1 до 300 м³/добу, то стає очевидним, що відпрацьовані емульсії являють собою цінний вторинний продукт, який підлягає утилізації. Так, при скиданні 10 м³ емульсій за добу можна витягти до 0,5 м³ мінерального масла.

Зараз у тому або іншому ступені застосовують наступні **методи руйнування емульсій**: реагентна коагуляція, центрифугування, реагентна напірна флотація, електрокоагуляція, ультрафільтрація й зворотний осмос. Застосовують також комбінації цих методів.

У процесі **центрифугування** під дією відцентрових сил при великій частоті обертання відбувається руйнування колоїдного розчину, і частинки, що мають меншу щільність (масло), відділяються від основного водного середовища. Для полегшення цього процесу варто видалити гідратну оболонку з поверхні міцел, що роблять шляхом додаванням до емульсії кислоти. При наявності центрифуг у кислотостійкому виконанні процес ведуть в одну стадію: емульсію підкисляють до рН — 1–2, після чого під дією відцентрових сил вона руйнується й повністю розділяється. З використанням звичайних центрифуг процес ведуть у дві стадії: емульсію підкисляють до рН — 7 і обробляють у центрифугу, в результаті чого видаляється до 80%

масла. Нафтовмісну рідину, яка залишилася, направляють на доочистку шляхом флотації або яким-небудь іншим методом.

Реагентна обробка полягає в додаванні до емульсії сірчанокислового алюмінію, хлорного або сірчанокислового заліза з наступним відстоюванням. Реагенти застосовують у сполученні з вапняним молоком або їдким натрієм. Дози реагентів більші — 7–8 г/л. Таким методом можна практично повністю зруйнувати емульсію, однак при цьому утвориться до 20–30% осаду, який важко видаляється й обробляється. При напірній флотації емульсії застосовують ті ж реагенти й у таких же дозах. Перевага методу флотації перед реагентною обробкою з наступним відстоюванням полягає в більшій зручності видалення утвореного осаду, який захоплюється пухирцями повітря й спливає на поверхню флотатора у вигляді піни.

Для руйнування емульсії може використовуватися також **метод електрокоагуляції**. Він майже не вимагає витрат реагентів, але споживає значну кількість електроенергії, а також металів. Невелика кількість реагентів витрачається тільки на встановлення певного значення рН оброблюваної емульсії. Матеріальні витрати при цьому методі приблизно такі ж, як і при методі напірної флотації, однак цей метод вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу. Метод пов'язаний також із частою заміною електродів, необхідністю їхнього періодичного очищення від заростання гідроксидом металу й відкладень масла. Часто відбуваються пробої електродів, у результаті чого вони виходять із ладу.

За деяким даними, ефективним методом є використання **ультрафільтрації й зворотного осмосу** для обробки МОР. Так, позитивні результати отримані при руйнуванні МОР на основі емульсолів підвищеної стійкості (типу Аквол). Для ультрафільтрації застосовувалися мембрани УАМ різної пористості (50, 150, 200 і 300). Конструкція установки — типу фільтр-преса. У той же час метод зворотного осмосу для емульсолу типу Аквол, випробуваний на стендовій установці з ацетилцелюлозними мембранами МГА-95, не був визнаний задовільним через відсутність ефективного способу відновлення розділюючої здатності мембран.

З аналізу методів руйнування емульсії видно, що всім їм властиві певні недоліки. На практиці перевага надається схемам, у яких використане поєднання цих методів.

Останнім часом одержують широкого поширення **термічні методи** обробки емульсій. Так, у НДІ залізничного транспорту розроблений метод обробки емульсій у випарній установці спрощеного типу, яка працює за рахунок тепла топочних газів ($t = 150\text{--}180^\circ\text{C}$). Дія установки основана на інтенсивному випаровуванні крапельок рідини, яка рухається в потоці гарячого газу, який одночасно розпоршує й нагріває оброблювану рідину. Тривалі досліди показали, що залишок від випаровування емульсії має вигляд густого мастила й містить 20% води, близько 80% органічних і 2–3%

мінеральних речовин. Теплота згорання залишків становить 15 000–36 400 кДж/кг. Є дані про ефективний метод комплексної термічної переробки МОР методом дистиляції з утилізацією водної й масляної частини. За цією схемою відпрацьована емульсія подається в регенеративний підігрівник, де нагрівається до температури, близької 100°C. Потім вона надходить у роторний плівковий випарник зі східчастою поверхнею нагрівання. Обезводнений маслямісний залишок збирають у збірнику й використовують надалі як домішку до котельного палива. Водяну пару охолоджують у конденсаторі, і надалі конденсат витрачають на приготування нових партій МОР. Оскільки жорсткість води — один з основних факторів, які негативно впливають на стабільність емульсійних МОР і на їх кородуючу дію, то використання парового конденсату, наприклад при приготуванні МОР для прокатних станів, значно поліпшує всі фізико-хімічні й технологічні показники емульсій.

Найбільш економічно доцільною для підприємств є централізована переробка МОР на великих промислових установках.

Термічні методи та методи гіперфільтрації в принципі конкурентоспроможні, однак, як уже говорилося, відсутність високоякісних мембран перешкоджає впровадженню методу зворотного осмосу.

3.8.5. Обробка та утилізація кислих гудронів

Кислі гудрони одержують при сірчаноокислотному очищенні масел, парафінів, газойлевих фракцій від ароматичних вуглеводнів, а також при одержанні сульфонатних присадок на стадії сульфування. Вони являють собою високов'язкі смолоподібні маси різного ступеня рухливості. Крім органічної маси (яка представляє собою суміш сульфованих ненасичених вуглеводнів, продуктів їхньої полімеризації й поліконденсації) і невеликої кількості очищених продуктів, вони містять також і вільну, невикористану в процесі очищення сірчану кислоту. Перспективні *методи утилізації* кислих гудронів наступні:

- утилізація кислого гудрону, отриманого при виробництві парафіну, методом високотемпературного розщеплення;

- одержання високосірчастого коксу при переробці кислих гудронів (з низьким вмістом масел — 2%) від виробництва сульфонітних присадок.

Наприклад, кислий гудрон на установці «Майлі» (Великобританія) піддається низькотемпературному розширенню й полімеризації органічної частини на циркулюючому коксовому теплоносії з утворенням коксу й газів деструкції.

Одним з ефективних способів утилізації кислого гудрону є добавка його до клінкеру в обертових барабанних печах цементної промисловості. Вапняні породи, які входять до складу клінкера, реагують із надлишковою

сірчаною кислотою та утворюють сірчаноокислий кальцій, у той час як інші нафтоутримуючі компоненти згорають, виділяючи корисну теплову енергію. Залишкові металеві сполуки із присадок виявляються включеними в цемент і не роблять на нього яких-небудь специфічно негативних впливів.

Інший спосіб полягає у використанні кислого гудрону в печах для випалу мідної руди, причому двооксид сірки, який утворюється контактним способом, перетворюється в сірчану кислоту, а деякі осади переходять у шлаки. У цьому випадку нафтові компоненти також скраплюються з виділенням корисної енергії.

3.8.6. Обробка шламів нафтопереробних заводів

Основними відходами нафтопереробних заводів є:

- емульсована нафта й нафтопродукти, уловлені в нафтовіддільниках систем оборотного водопостачання, у нафтовловлювачах та в інших спорудах механічного очищення стічних вод;

- нафтові шлами, які представляють собою донні осади всіх споруд механічного очищення стічних вод, продукти зачищення резервуарів, флотоконцентрат, зібраний на установках каскадно-адгезійної сепарації та у флотаторах [12].

Нафтові шлами з НПЗ бувають *двох видів*:

- такі, що утворюються постійно в процесі виробництва, кількість яких становить до 0,007 т на 1 т переробленої нафти;

- застарілі, які протягом багатьох років накопичуються й зберігаються у відкритих земляних ємностях і нафтошламонакопичувачах.

У процесі переробки й очищення нафти й нафтопродуктів на заводах утворюється значна кількість механічних домішок: продукти корозії; забруднення, які вносяться або утворюються в самому процесі переробки й очищення; забруднення, які утворюються при ремонті й обслуговуванні апаратів та устаткування; механічні домішки, які попадають через нещільності устаткування; забруднення у вигляді пилу з навколишнього повітря й т. ін.

У середньому ж прийнято, що нафтошлами з водоочисних споруд містять 20–25% нафтопродуктів, 65–75% води й 5–10% механічних домішок.

Основні технологічні процеси обробки шламів. Рідкі нафтопродукти, затримані в нафтовловлювачах, пісколовках, відстійниках, зібрані з поверхні шламонакопичувачів, піддаються зневодненню шляхом нагрівання й відстоювання або відцентровим способом. Нафтопродукти, які поступають на вузол обробки, проходять теплообмінники, де нагріваються до температури 60–70°C, після чого впливають в обробних резервуарах для відстоювання. У процесі відстоювання відбувається розкладання нафтопродуктів на фази: нафта — емульсія (вода з нафтою) — технічна вода. Зібрані про-

дукти, які містять до 2–5% води й до 1% механічних домішок, відкачують для переробки на спеціальних установках разом із сировою нафтою.

Емульсовані нафтовідходи можуть знешкоджуватися різними термічними способами — спалюванням з утилізацією або без утилізації тепла, піролізом.

Основним методом термічного знешкодження нафтоутримуючих шламів залишається їхнє спалювання.

3.9. Централізоване знешкодження та утилізація промислових відходів (ПВ) та забруднень

3.9.1. Збирання та транспортування відходів та забруднень

В даний час у світовій практиці помітна тенденція переходу до централізованої обробки промислових відходів на полігонах і підприємствах із заводською технологією знешкодження та утилізації корисних вторинних продуктів, які утворюються, у тому числі тепла, яке відходить від процесів спалювання [4].

Заводська технологія переробки відходів, особливо при виробництві теплової електричної енергії, яка споживається сторонніми організаціями, припускає наявність чіткої регламентованої системи збору й систематичної доставки вихідної сировини — у даному випадку промислових відходів, що найчастіше є паливом.

Великий досвід в області збору, транспортування й обробки відходів за заводською технологією накопичений у країнах Західної Європи й США.

Однією з перших країн, що впровадила комплексну централізовану систему збору, транспортування, переробки та утилізації побутових відходів і забруднень у масштабах всієї країни, стала Данія. Велика кількість промислових підприємств, у технологічних процесах яких утворюються значні відходи, створюють небезпеку забруднення навколишнього середовища, що для Данії, яка є одним з великих постачальників сільськогосподарської продукції для багатьох європейських країн, зовсім неприпустимо. Зазначені обставини змушують урядові органи вживати строгих заходів в області охорони навколишнього середовища й знешкодження промислових відходів в масштабі країни.

Зараз збір і знешкодження відпрацьованих нафтовідходів, а також промислових відходів хімічного походження здійснюється в Данії, в основному, централізовано й регулюється державним законодавством. Відповідно до нього кожне підприємство, де утворюються промислові відходи, зобов'язано повідомляти місцеві органи влади про кількість і склад цих відходів, а також вживати заходів по вивезенню або знешкодженню методами,

рекомендованими санітарними органами. При цьому місцеві муніципалітети, при необхідності, повинні забезпечити підприємства спеціальними транспортними засобами для доставки відходів у встановлені пункти збору, що перебувають у їхньому підпорядкуванні. Місцеві органи влади стягують плату за перевезення відходів, відповідно до правил, розробленими Міністерством охорони навколишнього середовища.

Структура комерційного життя Данії характеризується діяльністю значної кількості невеликих підприємств, тому до цих підприємств не пред'являється вимога робити відповідну обробку й знешкодження відходів на місці їхнього утворення. Це небезпечно з погляду забруднення навколишнього середовища й не вигідно економічно. У зв'язку із цим було ухвалено рішення про необхідність створення в країні підприємства по централізованій обробці забруднених масел, хімічних і інших промислових відходів: створення компанії «Комунікемі АТ».

Прийнята фірмою «Комунікемі» система збору й доставки відходів забезпечує:

- дотримання законодавства;
- повідомлення про наявність відходів, яке подається в муніципальну раду;
- транспортування на пункт збору;
- декларацію про відходи ;
- транспортування із централізованого пункту збору на станцію «Комунікемі».

Промислові підприємства, на яких утворюються промислові відходи, повинні повідомити про це муніципальну раду у встановленому порядку відповідним пакетом документів.

Система прийому промислових відходів заснована, у принципі, на централізованому зборі, тобто зборі відходів певного району, округу або частини округу.

Відходи з масло-, бензиновловлювачів, які містять, як правило, багато води та легко розділяються на масляну й водну фракції, перекачують у спеціальний резервуар, де відбувається їхня сепарація шляхом відстоювання. З відстійника вода скидається в центральну каналізаційну систему, яка має маслловловлювачі.

Часто при спорожнюванні цистерн, що містять рідкі відходи, залишається осад. Тому на центральному пункті збору споруджено бетонний резервуар, куди видалається неперекачуваний осад разом із залишками рідини. З резервуара рідкі відходи перекачуються в залізничні вагони за допомогою глибинних вихрових насосів з регульованим рівнем, а відходи, які піднімаються із дна резервуара, шнеком подаються в бочки, які можна щільно закривати кришками. На центральному пункті збору є також платформні ваги, майстерня й місце зберігання порожніх контейнерів.

Організація транспортування промислових відходів може бути наступною:

- транспортування на центральний пункт збору або станцію «Комунікемі»;
- транспортування на центральний пункт збору, здійснюване централізованою системою;
- транспортування із центрального пункту збору на станцію «Комунікемі».

За законом промислові підприємства зобов'язані видаляти побутові відходи незалежно від їхньої кількості. Відходи доставляються на центральні пункти збору, які розташовуються на відстані не більше 50 км від місцевих пунктів.

Національне Агентство по охороні навколишнього середовища рекомендувало прийняти суспільну систему збору відходів, тому що при цьому полегшується контроль за транспортним устаткуванням і упакуванням, дотримуються правила техніки безпеки; крім того, система збору ефективніша системи приватної доставки.

Аналогічна система збору та транспортування промислових відходів прийнята у Фінляндії, де в м. Рійхімякі біля Хельсінкі функціонує завод для централізованої переробки відходів у масштабі країни — АТ «Суомен Онгелмайте». Річна переробка промислових відходів у Фінляндії становить 150 тис. т. У більшості це — відпрацьовані масла, розчинники, відходи, які містять важкі метали й т. ін. Вище керівництво й контроль за управлінням системи збору, транспортування й обробки відходів належить міністерству охорони навколишнього середовища. У губерніях управління й контроль належать губернському правлінню.

За законом дозволяється ввіз і вивіз відходів за межі країни. Для цього необхідно подати заявку в міністерство охорони навколишнього середовища за 30 діб до здійснення ввозу або вивозу. Міністерство може не дозволити ввіз або вивіз складного відходу, якщо виникла підозра про те, що транспортування або обробка відходів не буде відповідати вимогам охорони навколишнього середовища або організації збору, транспортування й обробки відходів. Порушення закону про збір, транспортування та обробку промислових відходів або видані на його підставі постанови і розпоряджень може привести до різних покарань. Якщо порушення закону завдають шкоди здоров'ю людини, навколишньому середовищу або, якщо значно порушується гармонійність життєвого середовища людини, порушник закону може бути присуджений до ув'язнення на строк до двох, а в особливих випадках — до шести років або обкладений великим штрафом. Крім того, роботи або заходи щодо усунення або зменшення збитку можуть бути виконані за рахунок винного підприємства.

3.9.2. Складування та захоронення промислових відходів (ПВ) на звалищах, полігонах твердих побутових відходів (ТПВ), у поверхневих та підземних сховищах

В даний час у світовій практиці використовуються *чотири основні принципові схеми* доставки ТПВ та ПВ, які часто комбінуються між собою й доповнюють одна одну. *По першій схемі* збір відходів здійснюється автомобільним транспортом, який доставляє їх безпосередньо на місця обробки або на перевантажувальні станції, де вони ущільнюються й перевантажуються на великовантажні автомобілі. При цьому перевага віддається перевезенню відходів у контейнерах. *По другій схемі* завантаження здійснюється в залізничні цистерни, вагони, піввагони або на платформи. Тут також перевага віддається контейнерному способу перевезень. Повна вартість перевезення по залізниці залежить від пунктів відправлення й призначення, маршрутів перевезень, об'єму відходів, типу вагонів. При цьому істотно здешевлюється перевезення відходів у вагонах великої вантажопідйомності.

Третьою схемою передбачений вивіз відходів з міста водним транспортом. Протягом багатьох років велика кількість відходів і забруднень, які збирається у Лондоні, вантажать на баржі й вивозять по річці Темза. Таким способом видалається близько 700 тис. т відходів щорічно. Водним шляхом транспортують відходи в Антверпені, Женеві, Гамбурзі, Роттердамі. Досвід по використанню водного транспорту для перевезення забруднень є й у нас у країні. Так, Київміськрадою було проведено видалення забруднених донних відкладень і обмілин Дніпра землечерпальними снарядами. За чотири роки на ділянці в 18 км винято й перевезено баржами у встановлені місця смітників понад 4 млн. м³ відкладень, забруднених нафтопродуктами й іншими технічними речовинами.

Крім залізничного й автомобільного транспорту, *відходи можуть доставлятися* на місце переробки *пневмотранспортом* по трубах, прокладеним на землі, під землею або під водою (*четверта схема*). Такий вид транспортування відходів конкурентоспроможний з іншими видами при певних міських умовах, хоча дослідження Академії комунального господарства показали, що в цілому він значно програє традиційним видам транспорту. Пневмотранспорт використовують переважно для видалення легких фракцій ТПВ, для транспортування ж промислових відходів він застосовується ще не в достатньому ступені.

В Україні збір токсичних промислових відходів на підприємствах-постачальниках для їхнього наступного перевезення на полігони регламентується наступними законодавчими та нормативними документами: Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», Постановою КМУ №1218 від 3.08. 1998 р. «Про затвердження

Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів», ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення»

Спосіб збору й тимчасового зберігання відходів визначається їхнім фізичним станом і класом небезпеки речовин — компонентів відходів. При наявності у складі відходів речовин різного класу небезпеки віднесення відходів до категорії токсичності здійснюється на підставі нормативного матеріалу — СанПіН 4015-85 (Граничний вміст токсичних сполук в промислових відходах в накопичувачах, розташованих поза територією підприємства (організації)). Тимчасове зберігання промислових відходів на територіях підприємств, як правило, здійснюється в стаціонарних складах. При цьому повинні бути дотримані загальні санітарно-гігієнічні вимоги до стану повітря робочої зони з обліком ГДК шкідливих речовин.

У місцях зберігання відходів варто механізувати завантаження відходів у спеціалізованій автотранспорт полігону. Для відкачки рідких і пасто-подібних відходів з ємностей у спеціалізовані автоцистерни передбачається установка насосів або проведення інших заходів (перетиснення, вакуумні системи й т. ін.)

На підприємствах — постачальниках відходів — наказом призначається особа, відповідальна за збір, зберігання й відвантаження відходів на полігон. На кожну відвантажену партію відходів необхідно представити паспорт із технічною характеристикою складу відходів і коротким описом заходів безпеки при роботі з ними. Форма паспорта на відходи заповнюється постачальником і підписується керівником підприємства-постачальника відходів.

Транспортування токсичних промислових відходів на місце централизованної обробки, як правило, здійснюється спеціальним автотранспортом. Допускається транспортування рідких горючих органічних відходів 3-го й 4-го класів небезпеки автотранспортом підприємства-постачальників за умови узгодження з установами санітарно-епідеміологічної служби та підприємством-переробником відповідно до «Інструкції із забезпечення безпеки перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом». Тим самим установлюється порядок перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом по дорогах, відкритих для загального користування незалежно від їхньої відомчої приналежності, на всій території України і визначаються основні вимоги до організації, технічному забезпеченню й безпеці перевезень.

Відповідно до ДСанПіН 2.2.7. 029-99 до **небезпечних вантажів** належать речовини й предмети, які при транспортуванні, вантажно-розвантажувальних роботах і зберіганні можуть послужити причиною вибуху, пожежі або ушкодження транспортних засобів, пристроїв, будинків і

споруджень, а також загибелі, каліцтва, отруєння, опіків, опромінення або захворювання людей і тварин. По своїх хімічних властивостях небезпечні вантажі діляться на дев'ять класів. Мінімальна безпечна маса небезпечної речовини або мінімальна безпечна кількість небезпечних предметів на одному транспортному засобі, перевезення яких можна вважати як перевезення безпечного вантажу, визначається на основі положень Європейської угоди про дорожнє перевезення небезпечних вантажів або інших нормативних документів і вказується в правилах або технічних умовах на перевезення даного виду вантажу. Зазначена Інструкція регламентує взаємини між відправником вантажу й вантажоодержувачем, визначає порядок вибору й узгодження маршруту перевезення небезпечних вантажів, організацію пересування транспортних засобів.

Прагнення знизити транспортні витрати на перевезення вантажів, підвищити коефіцієнт використання автомобільного шасі привело до створення цілої серії машин зі змінними кузовами. Найбільших успіхів у цій області домоглася фірма «Партек» (Фінляндія). Механізми змінного кузова монтуються на звичайних автомобільних шасі й причепах. Фірма «Партек» випускає три основні серії механізмів: CL (тросовий привод), ML (ланцюговий привод) і HL (піднімальний гак). Крім того, виготовляються пристрої типу Н/Л, які встановлюють на будь-якому механізмі змінного кузова й дозволяють піднімати кузов на висоту близько 2,5 м. Механізм CL різної вантажопідйомності піднімає кузов і опускає його на землю за допомогою двох тросів, що мають петлі, за які закріплюють гаки змінного кузова. Механізм може бути укомплектований пристроєм тристоронньої дії, що забезпечує перекидання кузова назад і в обидва боки. На перекидаючій рамі закріплені гідродвигун і тягова лебідка.

Механізми серії HL призначені для установки на двох-, трьох- і чотиривісних автомобілях і розраховані на навантаження від 3 до 20 т.

Для збору й транспортування різних матеріалів випускаються змінні кузова-контейнери. Відходи можуть перевозитися в контейнерах типу Н, HL, L і S. Контейнери Н, HL укомплектовані герметичними кришками по обидва боки, що в сполученні з їхньою малою висотою створює значні зручності для ручного завантаження. Контейнери мають відкидний задній борт для розвантаження самоскидним способом. Кузови-контейнери великої місткості (понад 20 м³) типу L і S відкритого типу закриваються зверху брезентовим тентом.

Аналогічні підйомно-розвантажувальні системи для змінних кузовів розроблені й широко впроваджені фірмами «ВСБ Міліо АБ», «Семіт», «Вольво».

В Україні вперше подібна система для збору й вивезення ТПВ з використанням механізмів фірми «Мультиліфт» на автомобільних шасі ГАЗ, КамАЗ була впроваджена у Києві, Харкові, Дніпропетровську. Основною

перевагою цієї системи є двоетапний збір і вивіз ТПВ із застосуванням сміттєперевантажних станцій. Для ПВ, щільність яких становить 1500–2000 кг/м³, необхідність у перевантаженні відпадає.

До достоїнств цієї системи варто віднести:

- можливість багатоцільового використання шасі;
- роздільне зберігання змінного устаткування (контейнери, цистерни) і машини;
- централізована мийка, обробка контейнерів і цистерн на комплексах по знешкодженню неугилізуемих відходів.

Організація збору й вивозу ПВ передбачає наступні **технологічні операції**:

- нагромадження відходів у контейнерах (цистернах);
- вивіз контейнерів до місць знешкодження;
- розвантаження відходів;
- заміну контейнерів на чисті;
- доставку порожніх, чистих контейнерів у місця збору;
- завантаження повних контейнерів.

Машини та механізми. Конструктивні пристрої машин однотипні. Вони складаються з шасі, механізму зміни кузовів (навантажно-розвантажний механізм), гідроприводної установки, пульта керування.

Вантажно-розвантажувальний механізм «піднімальний гак» складається із шарнірно закріпленого на рамі автомобіля Г-подібного важеля, який повертається в поздовжньому напрямку навколо осі шарніру; трьох гідроциліндрів, призначених для переміщення важеля; загарбного пристрою, розташованого на консольному кінці важеля, який забезпечує захват контейнера; роликів, які монтуються на хвостовій частині рами автомобіля й призначених для забезпечення безперешкодного переміщення контейнера або цистерни на раму (з рами) автомобіля при його навантаженні (вивантаженні). Механізм забезпечує захват контейнера (цистерни), зтягування його на раму автомобіля, самоскидне розвантаження й зняття контейнера з машини. Тросовий вантажно-розвантажувальний механізм складається із платформи, шарнірно закріпленої на рамі автомобіля й осі шарніра, що повертається в поздовжньому напрямку навколо, лебідки із тросами, призначеної для навантаження контейнера, гідромотора з редуктором і гідроустановки із трубопроводами.

Машина для транспортування ПВ повинна відповідати кліматичному виконанню В-1 і працювати при температурі від –30°C до +45°C і відносній вологості до 90%, мати підвищену поздовжню й поперечну стійкість при підйомі повністю завантаженого контейнера (цистерни), мати на пульті в кабіні сигналізацію про роботу спецобладнання; вузли й агрегати спеціального устаткування повинні бути доступні для обслуговування й мийки.

Крім того, повинно бути забезпечено блокування контейнера щоб уникнути його переміщення в процесі самоскидного розвантаження.

Контейнери, призначені для перевезення твердих і пастоподібних промислових відходів, повинні являти собою металеву зварену конструкцію при необхідності посилену ребрами жорсткості. У верхній частині контейнера повинні бути розташовані завантажувальні люки, які надійно закриваються й фіксуються в закритому положенні. На передній торцевій стінці контейнера повинно розташовуватися автозахватний пристрій. Внутрішню поверхню контейнера необхідно обробити кремнійорганічним або кремнієвим покриттям. Покриття призначене для антикорозійного захисту, а також зниження адгезії відходів до стінок контейнерів. Система герметизації контейнера повинна мати надійний замикаючий пристрій, що виключає можливість його мимовільного відкриття. Контейнер повинен мати запобіжні клапани для усунення надлишкового тиску в ньому.

Цистерна для перевезення промислових відходів являє собою зварену конструкцію із двох днів і обичайки, виготовлених з корозійностійких матеріалів, що забезпечують і зберігають механічну міцність. Кріпиться цистерна до шасі за допомогою гаку. Зверху розташовується люк для доступу всередину цистерни. Горловина люка повинна закриватися кришкою з піджимом. Для заспокоєння руху рідини в цистерні повинні бути передбачені два хвилерізи й запобіжний клапан для усунення надлишкового тиску в ній. Спорожнювання цистерни здійснюється через лючок, розташований знизу в днищі цистерни.

Вибір конструкційних матеріалів і покриттів, які можна використовувати для ємностей і цистерн при зборі, перевезенні й зберіганні корозійних розчинів, наприклад, відпрацьованих гальванічних електролітів. Як конструкційні матеріали, які застосовуються при виготовленні устаткування, що використовуються для нанесення хімічних і анодно-оксидних покриттів, широко використовують чорні й кольорові метали й сплави, а також неорганічні й органічні неметалічні матеріали. Для виготовлення ванн і ємностей у гальванотехніці використовують також біметалічні поверхні: лаковану та леговану вуглецисту сталь. У гальванотехніці в якості конструкційного матеріалу знайшли застосування різноманітні сплави титану. Титан стійкий у розчинах хромової та азотної кислот, у холодній сірчаній кислоті. З титану виготовляють ванни, ємності, нагрівачі, барабани для хімічних процесів. З полімерних матеріалів для збору й транспортування відпрацьованих електролітів можна використовувати наступні матеріали: полівінілхлорид, пентапласт, поліетилен, поліпропілен, фторопласти, склопластики, біпластмаси, гуми та ебоніти.

Найбільш прийнятна конструкція футеровки із приклеєної або іншим способом щільно закріпленої футеровкою на стінках ємності. Механічна міцність забезпечується металевим корпусом ємності, а футеровка виконує

лише функцію захисного шару. Тоді в полімерній футерівці основними будуть температурні напруги стиску, які залежать від модуля пружності полімеру, коефіцієнта його лінійного розширення й різниці температур. Полівінілхлорид (ПХВ), або вініпласт і його сополімери входять до числа найпоширеніших видів пластмас. Жоден з полімерів не може конкурувати з різноманіттям матеріалів, одержуваних на основі ПХВ. Недоліками вініпласту є його невисока теплостійкість та низька удароміцність.

Складування відходів на звалищах, полігонах твердих побутових відходів (ТПВ), у поверхових та підземних сховищах. До середини 1970 р. через відсутність ефективних засобів обробки й утилізації великого числа ПВ були широко поширені методи їхнього складування на міських смітниках разом із ТПВ або на спеціалізованих смітниках ПВ, які у більшості випадків були примітивними.

Зараз такий метод складування й знешкодження відходів заборонений. Примітивні сміттеві смітники замінюються на організовані **полігони ТПВ**.

Відходи складуються на ґрунт із дотриманням умов, які забезпечують захист від забруднення атмосфери, ґрунту, поверхневих і ґрунтових вод, і це перешкоджає поширенню хвороботворних мікроорганізмів. На полігонах проводиться ущільнення ТПВ, яке дозволяє збільшити навантаження відходів на одиницю площі, забезпечуючи тим самим ошадливе використання земельних ділянок. Після закриття полігонів поверхня землі рекультивується для наступного використання земельної ділянки. Всі роботи на полігонах по складуванню, ущільненню, ізоляції ТПВ та наступної рекультивації ділянки повністю механізовані. Гранична кількість токсичних промислових відходів, що допускається для складування на полігонах ТПВ, нормується Державними санітарними правилами та нормами (ДСанПіН 2.2.7. 029-99).

Основна умова прийому промислових відходів на полігони ТПВ — дотримання санітарно-гігієнічних вимог по охороні атмосферного повітря, ґрунту, ґрунтових і поверхневих вод. Головними критеріями прийому токсичних ПВ на полігони ТПВ є склад фільтрату при рН = 5–10, температурі 10–40°C, здатність до самозаймання, виділенню отрутних газів, інтенсивному пилінню. Промислові відходи, що допускають для спільного складування із ТПВ, повинні відповідати технологічним умовам: мати вологість не більше 85%, не бути вибухонебезпечними, samozапалюваними та самозаймистими. Не допускаються для спільного складування промислові відходи, температура samozапалювання яких менша 120°C, а також всі відходи, які здатні до самозаймання за рахунок хімічних реакцій у товщі складованої маси. Промислові відходи, що допускають на полігон, не повинні виділяти пару й газу, що дають вибухонебезпечні або отрутні суміші з повітрям і газами полігонів.

ПВ IV класу небезпеки приймаються на полігони ТПВ без обмежень у кількісному і якісному відношеннях. Шматки крупніше 250 мм укладають у товщу шару ТПВ, а відходи, що мають фракційну сполуку 0,15–250 мм та містять шкідливі речовини в припустимих межах, використовуються як ізолюючий шар. Ці відходи характеризуються вмістом токсичних речовин у водній витяжці (1 л води на 1 кг відходів) на рівні фільтрату із ТПВ, а інтегруючі показники БСК і ХСК становлять не більше 300 мгО₂/л. Промислові відходи IV класу небезпеки, прийняті в обмеженій кількості (не більше 30% від маси ТПВ) і складовані разом з побутовими, характеризуються вмістом у водній витяжці токсичних речовин на рівні фільтрату із ТПВ й значеннями показників БСК і ХСК близькими по показниках до фільтрату із ТПВ.

Шар з ТПВ та промислових відходів, що захоронені на смітниках досягає звичайно великої товщини. Після вичерпання можливості складування смітник засипають землею. На місцях колишніх великих смітників у ряді випадків вважається економічним налагодити промисловий видобуток біогазу. Так, на околицях Лос-Анджелеса (США) розташований рекреаційний комплекс площею 243 га. Близько 62 га цієї території в період з 1951 по 1969 р. використовувалося в якості санітарного засипного смітника ТПВ та промислових відходів. У нинішній час на цьому місці розміщені спортивні споруди, виставочний центр і конференц-зал, іподром, готель та інші комерційні й побутові будівлі. У генеральний план розвитку комплексу включений пункт утилізації біогазу, генерує мого на місці розміщення колишнього смітника.

Шламонакопичувачі — основний тип промислових сховищ, які будують по одно — і багатокаскадному принципу зі створенням греблі, берегів і чаші шламосховища. Для того, щоб промислові стічні води не фільтрувалися через стінки й дно ставків-відстійників, застосовуються *екрани з різних матеріалів*. Екрани із суглинку є найпоширенішими. Однак цей спосіб захисту має ряд істотних недоліків — при екрануванні великих площ він трудомісткий: пошарове укладання, змочування, укочення доріг вимагають переміщення сотень тисяч кубічних метрів ґрунту. Крім того, він недостатньо ефективний, тому що не виключає повністю фільтрації та з часом піддається розушільненню. Екрани з полімерною плівкою є більш ефективними, тому що практично повністю виключають фільтрацію; при цьому способі не потрібно розробки кар'єрів якісного ґрунту, він дешевше ніж суглинний екран. Однак цей спосіб має й недоліки: необхідне ретельне планування поверхні, видалення рослинних залишків і великих включень із ґрунту. Крім того, з'єднання швів плівки є трудомістким процесом; для стічних вод хімічної промисловості потрібно попереднє вивчення впливу хімічних компонентів на плівку; після пуску в експлуатацію нагромаджувача-ставка-накопичувача екран із плівки практично недоступний ремонту й

важко відновлюється. Екран з бітумно-латексних покриттів роблять так: по вирівняному й ущільненому гладкими катками дні укладають шар грубозернистого асфальтобетону товщиною 5 см, який покривають бітумно-латексною емульсією в три шари по 2 мм. Поверх бітумно-латексної емульсії укладають рулонну металеву сітку із дроту діаметром 3 мм із сотами 100x100 мм, які покривають шаром дрібнозернистого асфальту товщиною 3 см. Перед укладанням першого шару асфальтобетону всю поверхню обробляють гербіцидами для попередження проростання насіння рослин, здатних порушити цілісність екрану. Для екранування застосовують *протифільтраційні стінки із заглинзованих ґрунтів із застосуванням високодисперсних глин*. Недоліком цього способу є сезонність робіт при зведенні стінки. При існуючій технології створення стінки в зимовий час утруднено у зв'язку з порушенням процесів глинизації й диспергування частинок у розчинах і неможливістю їхнього відкладення на ґрунтах, які підлягають екрануванню.

На рис. 3.9 показана схема поховання відходів у шламонакопичувачі, запропонована компанією «Юніон Карбайд» (США). Річна кількість відходів підприємств зазначеної компанії в штаті Вірджинія перевищує 12 000 м³ твердих і напіврідких речовин. Ці відходи в залежності від фізико-хімічної природи речовин перед захороненням піддають попередній обробці.

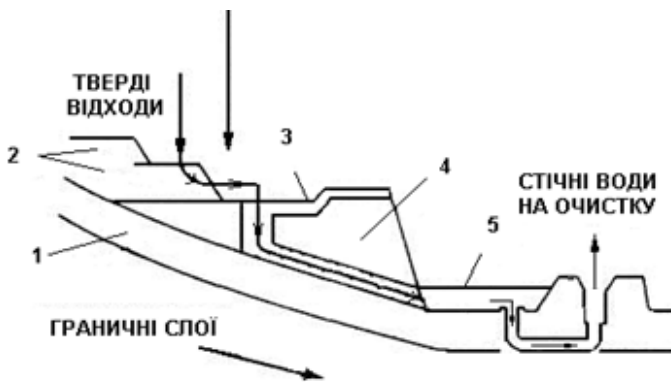


Рис. 3.9. Схема поховання відходів, розроблена компанією «Юніон Карбайд» (США):

- 1 — водонепроникний шар; 2 — східчасте заповнення; 3 — проникний шар;
4 — утримуючий насип; 5 — збірник стічних вод

Горючі матеріали (близько 70 м³/добу) спалюють до одержання твердого залишку в спеціальних печах, інертні матеріали (близько 110 м³/добу)

піддають дробленню, метали (близько 7 м³/добу) — сепарації. Отримані в підсумку відходи ущільнюються і ними заповнюють спеціально створену східчасту виїмку. Конструкція виїмки та її розміщення створюють умови для стікання ґрунтових і підземних вод у спеціальний басейн-збірник, з якого вони подаються на біологічне очищення, а шлам повертається на поховання. Смітник не впливає на навколишнє середовище, що підтверджується даними контрольних постів навколо нього. Однак при розрахунковій тривалості експлуатації 20 років загальні витрати склали біля 3,8 млн. \$, що в 5,7 рази перевищує вартість поховання на звичайних комунальних смітниках. Таким чином, незважаючи на можливість безпечного поховання відходів, рекомендувати даний спосіб для більш широкого поширення з економічної точки зору не завжди доцільно.

Підземне поховання промстоків шляхом їхнього закачування в глибині шпари одержало поширення в ряді закордонних країн. Перевагами даного методу є зменшення забруднення поверхневих вод, а також виключення при такому похованні необхідності їхнього повного знешкодження.

Значний досвід підземного захоронення промислових стічних вод є в США. Так, фірма «Дау Кеміклз компані» почала використовувати для цієї мети глибокі шпари ще в 20-х роках. У США підземне захоронення промстоків дозволено законодавством в 30 штатах. Середня швидкість закачування (для 100 шпар підземного захоронення відходів США) становить 135 галонів у хвилину (510 л/хв). На початку 70-х років у США було зареєстровано 124 шпари з наступним розподілом по галузях промисловості, %:

- хімічна, нафтохімічна, фармацевтична 55;
- очисні підприємства, установки на природному газі — 26;
- виробництво металів (головним чином сталеплавильних заводів) — 7;
- інші — 18.

У Канаді в цей час зареєстрована 31 шпара для захоронення ПВ. Захоронення відходів може здійснюватися на різні глибини за допомогою однієї-двох добре обладнаних шпар великого діаметру. Як шари-колектори найбільшого вибираються підземні горизонти, які залягають на глибині більше 1000–1500 м, що, очевидно, обумовлено міркуваннями економічного характеру.

З країн СНД досвід підземного поховання промислових стічних вод має місце в Росії на хімічному підприємстві «Пігмент» м. Тамбов. Цей метод використовується з 1949 року. Захоронення здійснюється у 15 шпар на глибину більш 1000 м.

В Україні надання надр для захоронення шкідливих речовин і відходів виробництва, скидання стічних вод допускається тільки у виняткових випадках і при дотриманні спеціальних вимог і умов. Таким чином, підземне захоронення промислових відходів (рідких і твердих) варто розглядати тільки як метод досить обмеженого застосування.

Як показала практика підземного захоронення, найбільш придатними для скидання промислових стічних вод є осадові породи: піщаники, вапняки, доломіти, які володіють досить високою проникністю. Шар-колектор повинен залягати нижче рівня ґрунтових вод, бути добре ізольований і не містити підземних вод, придатних для господарсько-питних і промислових цілей. Такі шари-колектори залягають, як правило, на глибині понад 300–400 м.

Стічні води, які підлягають підземному похованню, по стандартах США не повинні містити великої кількості суспензії, волокон, колоїдних часток, органічних осадів. Їх варто піддавати попередній обробці з метою видалення цих компонентів. Закачувані стічні води не повинні містити масла, жири, парафіни, осмоляючі речовини, а також сполуки, які сприяють бактеріальній діяльності, тому що все це може привести до дуже швидкої закупорки призабійної зони шпари й виходу її з ладу.

Вибір ділянки для підземного поховання відходів досить складний і оцінюється по багатьох геологічних, гідродинамічних і санітарних критеріях. Недоліками методу підземного поховання є:

- неможливість надійного контролю за поширенням у шарі забруднюючих речовин;
- труднощі, пов'язані з технікою підземного видалення великої кількості промислових стічних вод;
- необоротне забруднення багатьох підземних формоутворень;
- можливість попадання відходів шляхом дифузії й конвекції в природні підземні потоки;
- відсутність інформації про поведінку відходів при їхньому вступі в контакт із розчинами й породами формоутворень в умовах підвищених температур і тисків;
- підвищення або зниження токсичності деяких компонентів відходів через розмивання;
- можливість утворення більш токсичних сполук у результаті хімічної взаємодії між відносно нешкідливими сполуками.

3.9.3. Спалювання промислових відходів та побутового сміття

Держжитлокомунгоспом (Державний комітет України з питань житлово-комунального господарства) разом з галузевими інститутами вивчали умови прийому промислових відходів на сміттєспалювальні та сміттєпереробні заводи. Відповідно до цих умов на комунальні установки рекомендується приймати лише тверді горючі промислові відходи (у кількості приблизно 8% загального об'єму). Промислові відходи, які підмішують до ТПВ, не повинні давати шкідливих газоподібних викидів, що перевищують

ГДК. В визначених дозах (5–8%) до ТПВ можуть підмішуватися полімерні матеріали (за винятком виготовлених на основі хлору й фтору), гума, а також деякі інші відходи [13, 14].

Однак ці рекомендації в Україні не знайшли широкого практичного застосування через складність прийому промислових відходів й відсутності необхідного устаткування вітчизняного виробництва. У той же час за рубежом на сміттєспалювальних заводах для спільного спалювання із ТПВ іноді приймають невелику кількість твердих горючих відходів промислового походження, нетоксичних по своєму складу, а також рідких горючих відходів [4]. Так, італійська фірма «Де Бартоломейс» запропонувала й здійснила на сміттєспалювальному заводі «Мілан-2» технологію спалювання сміття й нафтовідходів (рис. 3.10).

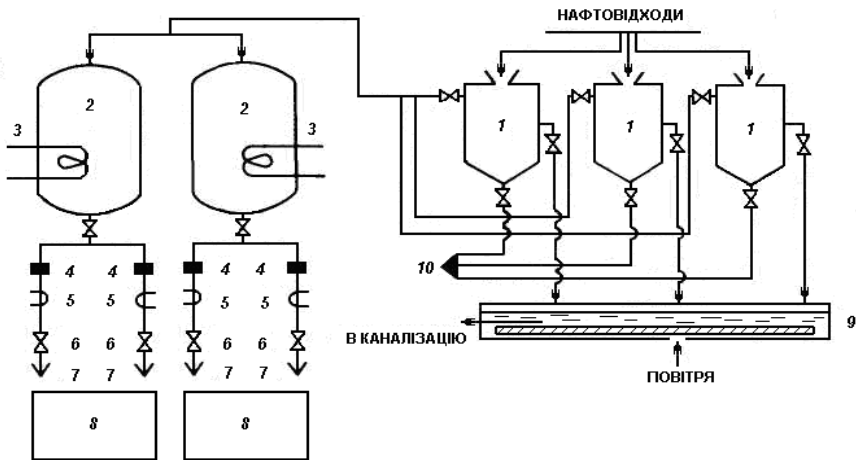


Рис. 3.10. Схема спалювання нафтовідходів на заводі «Мілан-2»:

- 1 — приймальні резервуари об'ємом по 20 м³; 2 — видаткові ємності по 40 м³;
- 3 — змієвики підігріву; 4 — фільтри тонкого очищення; 5 — підігрівник масла;
- 6 — крани; 7 — форсунки; 8 — сміттєспалювальні печі; 9 — флотатійна установка; 10 — шлам для підмішування в сміття

Міське сміття й допущені до спалювання тверді промислові відходи, так само як і у звичайних схемах сміттєспалювальних заводів, привозять у великовантажних сміттєвозах і складають у бункер. Потім мостовими кранами із грейферними ковшами місткістю 3 м³ відходи завантажують у дві паралельні лінії потужністю 13 т/год. Кожна лінія має завантажувальний бункер, у якому підтримується шар сміття в 6–8 м. Повітря на горіння забирається з надбункерного простору.

Печі обладнані східчастими похило-перештовхуючими решітками. Основа решіток чавунна, зверху на неї кріплять знімні пластини із хромо-нікелевої сталі. Площа решіток — 27 м². Паралельно завод приймає на спалювання нафтовідходи, переважно відпрацьовані масла. Легкозаймісті рідини на завод не приймаються.

Привезені на завод нафтовідходи зливають у три вертикально розташованих резервуари місткістю 20 м³ кожний, які мають систему парового підігріву. У резервуарах нафтовідходи відстоюються протягом двох діб при температурі 40–50°C.

Вихідний склад нафтовідходів коливається в широкому діапазоні й може містити до 98% води. Після розшарування нижня частина, що містить піщано-глинистий шлам із сорбованими нафтопродуктами, подається в бункер, де змішується зі сміттям, а потім надходить у піч для спалювання. Кількість цього шламу незначна в порівнянні із загальним об'ємом сміття.

Середня зона в обробному резервуарі являє собою забруднену нафтопродуктами воду, яка подається на флотацію у два паралельно працюючих флотатори, виконаних з монолітного бетону. Флотація здійснюється стисненням повітрям через перфоровані металеві труби. Плівку нафтопродуктів збирають зверху й направляють на розшарування, а очищену воду з концентрацією 50 мг/л зливають у каналізаційну мережу.

Нафтопродукти з верхньої частини прийомних резервуарів зливають у дві заглиблені ємності об'ємом по 40 м³ кожна. Середня теплота згоряння цих нафтопродуктів 12,6 МДж/кг. У нижній частині кожної з видаткових ємностей встановлено змішувач, який призначений для підігріву нафтопродуктів до 20°C з метою зручності транспортування й наступної фільтрації, при цьому відділяються великі механічні включення. Потім нафтопродукти підігрівають до 90°C і подають у ротаційні форсунок, розташовані в кінцевій зоні решіток. Продуктивність форсунок 100 кг/год кожна, на кожній печі змонтовано по дві форсунок. Таким чином, продуктивність заводу спалювання нафтовідходів становить близько 10 т/добу на 600 т сміття. На смітники вивозять оброблені і стерилізовані шлаки після спалювання.

3.10. Переробка та утилізація промислових відходів згідно з повною заводською технологією

Останнім часом у розвинених промислових країнах Західної Європи й США переробка основної маси промислових відходів ведеться централізовано, за *повною заводською технологією* [4]. При цьому практично виключається процес поховання або складування відходів на території підприємств за винятком золи, шлаків і обезводнених гальваношламів, які в

міру нагромадження вивозяться на переробку в будівельні матеріали або для інших цілей.

Одним зі зразкових підприємств такого типу є завод «Комунікемі» у м. Ніборге, Данія (рис. 3.11). Завод розташований у центрі країни й займає площу 5 га. Приймальний пункт заводу має під'їзні автомобільні дороги й залізничну вітку, уздовж якої протягом 170 м побудована платформа, призначена для розвантаження бочок і товарних вагонів. Спеціальне місце відведене для розвантаження залізничних цистерн.

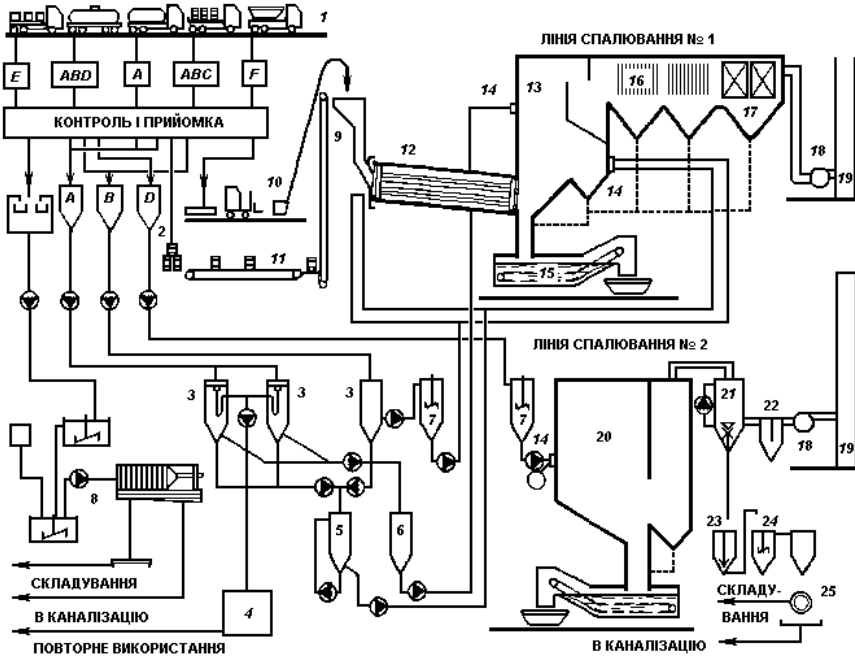


Рис. 3.11. Технологічна схема заводу «Комунікемі»:

- 1 — розвантажувальна платформа; 2 — прийомні резервуари; 3 — обробні резервуари; 4 — бак-накопичувач; 5, 6 — видаткові баки; 7 — мішалки;
- 8 — фільтрпрес; 9–11 — завантажувальні пристрої; 12 — барабанна піч;
- 13 — камера доспалювання; 14 — форсунка; 15 — шлаковидалення;
- 16 — котел-утилізатор; 17 — електрофільтр; 18 — димосос; 19 — труба;
- 20 — камерна піч; 21–25 — система мокрого очищення газів

Доставка відходів на завод «Комунікемі» здійснюється фірмою «Трансхімія». Для спорожнювання цистерн, що привозять нафтовідходи, розчинники, рідкі токсичні відходи, на заводі застосовується трубопровідний транспорт; завдяки цьому персонал не має безпосереднього контакту з ток-

сичними відходами, починаючи з місця розвантаження й до знешкоджуючої установки.

Пастоподібні відходи хімічної промисловості, використані консистентні змащення, жироподібні речовини привозять у бочках, які встановлюють на рольганг, що рухається, розкривають спеціальними ножами й транспортують далі до місця спалювання.

До складу основного технологічного устаткування, змонтованого на заводі «Комунікемі», входять:

- установка для обробки відпрацьованих масел;
- установка для обробки забруднених розчинників, включаючи устаткування для спорожнювання бочок, які містять пожежовибухонебезпечні речовини;
- установка для обробки неорганічних хімічних забруднень;
- установка з барабанною піччю для спалювання й прожарювання промислових твердих, рідких і пастоподібних відходів;
- котел-утилізатор і система очищення димових газів;
- спеціальна циклонна піч із мокрим очищенням димових газів для термічного знешкодження галогеновмісних вуглеводнів.

Значне місце на заводі займають наземні резервуари для зберігання рідких хімічних відходів і нафтопродуктів. Для складування твердих відходів на час ремонту або технічного обслуговування устаткування призначене спеціальне сховище. У в'їзді на завод розміщується адміністративний корпус, який крім адміністративних приміщень включає також лабораторію, зал засідань, душові, гардероб, їдальню.

На технологічній схемі заводу бачимо, що від однієї станції контролю й приймання відходів, що надходять по залізниці й автотранспортом, відгалужуються дві лінії спалювання для галогеновмісних і всіх інших відходів.

Доставлені на завод відпрацьовані масла й нафтовмісні відходи піддаються обробці шляхом нагрівання їх до 90–100°C і наступного відстоювання у вертикальних резервуарах, де вони розділяються на чотири фракції:

- осад, що перекачується на спалювання насосами, який попередньо пропускають через дробарки;
- воду, яка подається в камеру доспалювання;
- масло, що йде споживачам для вторинного використання;
- легкозаймисті відходи, які збираються у верхній частині резервуару й направляються в конденсатор, а потім у рідкому виді змішуються з розчинниками, які привозять окремо, і направляються на спалювання.

Розчинники служать паливом для барабанної печі, яка є основним устаткуванням заводу для знешкодження відходів.

Завантаження відходів у піч можуть здійснюватися такими способами:

- скіповим підйомником для твердих відходів;

- ліфтом для металевих бочок і барабанів місткістю до 200 л;
- поршневыми насосами для подачі згущених нафтовмісних осадів, зібраних після відстоювання забруднених масел і розчинників.

Подача висококалорійних розчинників, які служать основним паливом для роботи барабанної печі й знешкодження газів, що відходять, у камеру спалювання, здійснюється насосами через форсунки. Завантажувальний отвір барабанної печі укомплектовано хитаючим шибером, який запобігає підсмоктуванню повітря під час подачі відходів. Жужільна подушка, яка утворюється в нижній частині печі в процесі горіння відходів, охороняє цегельну футеровку від руйнування при падінні в піч важких металевих бочок. Обидва підйомники (для твердих відходів і бочок) для уникнення нещасного випадку блоковані один проти одного.

Дозування подачі твердих відходів здійснюється зміною числа ходів підйомників, дозування інших речовин здійснюється в результаті зміни подачі відповідних насосів.

Відходи, які поступають на спалювання, рухаються через завантажувальні вузли, промислові відходи переміщуються й згоряють у барабанній печі. Оптимальний режим її роботи забезпечується регулюванням частоти обертання барабана. Тверді й рідкі шлаки на виході з барабанної печі попадають у мокрий жужільний бункер і транспортуються на склад. Незгорілі частки й гази, що відходять, надходять у камеру доспалювання, де підтримується температура 900–1000°C.

Якщо внаслідок низької теплоти згоряння відходів або неповного згоряння температура в барабані знижується, то через розташований збоку палик подається додаткове паливо, яке сприяє підвищенню температури й повному згорянню відходів.

Для забезпечення повного вигорання газів, що відходять, у камеру вторинного спалювання з великою швидкістю вдмухують вторинне повітря. Правильно обрана довжина й спрямованість потоку газів, що відходять, забезпечує їх повне спалювання та рівномірне навантаження казана.

Розташований після камери спалювання паровий котел забезпечує тепловою енергією потреби заводу, а надлишок пари використовується для підігріву води в системі теплопостачання м. Ніборга. Температура перегрітої пари становить близько 240°C, температура вихідних газів з котла коливається в межах 280–300°C.

У літню пору частина пари охолоджується в повітряних конденсаторах, а конденсат, що утворився, повертається на рециркуляцію. Для покриття втрат води в термічній системі станції побудована установка водопідготовки для повного знесолення води продуктивністю 4 м³/год.

Гази, що відходять, очищаються в електрофільтрі. Піл осідає на вертикально встановлені коронуючі електроди й осаджувальні пластини, які періодично очищаються ударним способом за допомогою падаючого моло-

та. Вся установка для спалювання працює під зниженим тиском, що створюється димосмоком.

Шлаки й обезводнені гальванічні шлами вивозять у певне місце й складають з дотриманням обережності. Лінія спалювання для галогеновмісних відходів значно менша від лінії, призначеної для спалювання всіх інших відходів. Замість барабанної там застосовують камерну піч. Специфіка токсичних газів, що відходять, вимагає їхнього мокрого очищення в скрубєрі. Стічну воду, яка утворюється, нейтралізують вапном, а обезводнені димові гази об'ємом 30000 м³/год через трубу випускаються в атмосферу. Очищену стічну воду зливають у систему міської каналізації, а обезводнений шлак направляють на майданчик для зберігання й подальшого використання.

Завод «Комунікемі» у м. Ніборге введено в експлуатацію в 1979 р. Там працює 60 співробітників, з них 7 осіб — адміністративний персонал. Розрахункова продуктивність заводу — 80000 т ПВ в рік. Проектування й будівництво заводу «Комунікемі» велося групою фірм на чолі з датською фірмою «Ойл Консалт». Зпалювальна установка з барабанною піччю розроблена й виготовлена швейцарською фірмою «Фон Ролл».

Іншим прикладом сучасного підприємства із заводською технологією переробки й утилізації побутових відходів є комплекс, побудований у Фінляндії фірмами АТ «Суомен Онгелмаяте» і «Оутокумпу Інжиніринг» (генеральний проектувальник). Експериментальна експлуатація заводу почалася в липні 1984 р.

Згідно з попередньо виконаним дослідженням у Фінляндії щорічно утворюється близько 110000 т ПВ й забруднень. Частина з них переробляється промисловістю, тому в якості вихідних даних при проектуванні нового підприємства по переробці складних відходів було прийнято 65000 т на рік. Цей потік ПВ, які надходять на завод, складається з масловмісних відходів, які спалюють; органічних відходів; відходів розчинників; малих партій складних відходів; неорганічних відходів; відходів з поліхлорованими біфенілами (ПХБ) і гербіцидами.

Форми фізичного стану відходів сильно змінюються. З погляду технологічних процесів обробки відходи розділені на три групи: рідкі, пастоподібні й тверді.

Безпечна й раціональна переробка відходів на підприємстві висуває свої вимоги до пакування відходів і використовуваних транспортних засобів. На підприємстві відходи можуть надходити в залізничних вагонах і цистернах, в автоцистернах, в мулосмоках, на вантажних машинах.

ПВ, які поступають на завод, в залежності від своїх властивостей піддаються фізико-хімічній або термічній обробці. Фізико-хімічними методами в основному переробляють неорганічні відходи, такі як: кислоти, луги, розчини ціанідів, хроматів, попередньо нейтралізовані шлами.

Щоб відходи піддавалися якісній обробці, періодично беруть їх проби. В залежності від результатів аналізу для партії відходів підбирають правильний спосіб обробки, для кожного виду відходів передбачена своя розвантажувальна лінія. Для відходів, що містять ціаніди, передбачене окреме приміщення для обробки. Такий метод запобігає влученню кислих компонентів у ціанід і наступному утворенню ціанистого водню. Принцип обробки гальванічних відходів, які поступають на фізико-хімічну установку у вигляді розчину або пульпи і містять неорганічні речовини, такі, як кислоти, луги, солі й т.ін., полягає в перетворенні шкідливих речовин у безпечні або менш шкідливі сполуки, або в їхньому осадженні в якості важкорозчинних сполук, які можна виділити шляхом фільтрації. Утримуючі шкідливі речовини осади перевозять на спеціальний смітник. Фільтрат, у якому вміст шкідливих речовин нижче граничних значень, погоджених з місцевими органами влади, спускають у каналізаційну мережу прилеглого міста.

Хромовмісний розчин переміщують зі складського резервуару в реактор для відновлення хрому, де шестивалентний хром відновлюють сульфідом натрію в тривалентний хром. В зв'язку з тим, що процес відбувається в кислому розчині, перед відновленням додають необхідну кількість сірчаної кислоти. Після того як забезпечено досить низький вміст шестивалентного хрому, розчин подають на нейтралізацію, де тривалентний хром осаджується у вигляді гідроксиду. Для речовин, що містять ціаніди, передбачене окреме приміщення обробки, у якому також перебувають перед подальшою обробкою й транспортні цистерни. Транспортні цистерни розвантажують у резервуар окислення, після чого їх миють водою, яку направляють у резервуар окислення в якості розчинника. Після додавання вапняного молока (рН вище 10,5) ціанід окисляється гіпохлоритом в ізоціанат. Після того, як досягнуто досить низького вмісту ціаніду, стічні води надходять на нейтралізацію.

Нейтралізація здійснюється в резервуарі, у який подають спочатку певну кількість кислих розчинів з відповідного складського резервуару або з резервуару відновлення хрому. Потім частину кислот нейтралізують лужними розчинами, одержаними з резервуарів окислення ціанідів або з відповідного складського резервуару, інші кислоти нейтралізують вапняним молоком. Коли розчин стає лужним, важкі метали осаджуються в якості гідроксидів.

Після того, як необхідне значення рН (7–10) досягнуто, здійснюється фільтрація пульпи на фільтрпресі. Осад перевозять на спеціальний смітник, і фільтрат направляють у контрольний резервуар, де рН можна додатково відрегулювати до необхідного значення. Коли аналізами встановлено, що вміст шкідливих речовин нижче припустимих значень, фільтрат спускають

через басейн технологічної води в каналізаційну мережу міста. В іншому випадку фільтрат повертають на вторинну обробку.

В цеху спалювання безупинно знешкоджується близько 50000 т/рік різних видів відходів. Із цієї кількості особливо забруднені стічні води становлять близько 15000 м³/рік. Тепло рекуперується в котлі-утилізаторі. Димовий газ перед підведенням у димар очищають за допомогою скрубера, зрошуваного вапняною водою з рукавного фільтру. Шлаки, які поступають із цеху спалювання й скрубера, пил і промивні відходи складають на спеціальному смітнику. У цех спалювання через приймальний пункт надходять наступні види ПВ:

- рідкі відходи — відпрацьоване масло, органічні перекачуванні відходи, галогеновмісні розчинники, відходи з вмістом поліхлорованих біфенілів, стічні води, які спалюються;

- пастоподібні відходи — лакофарбові, забарвлюючі й клейові відходи, а також масляні пульпи;

- тверді відходи — упаковані відходи в бочках, відходи з лікарень, інші види твердих відходів, подача яких у барабанну піч здійснюється за допомогою грейфера;

- газоподібні відходи — гази, що відходять, які поступають з вакуумних насосів приймального пункту відходів.

Лінія спалювання (рис. 3.12) складається з барабанної печі, котла-утилізатора, скрубера й пилового фільтру.

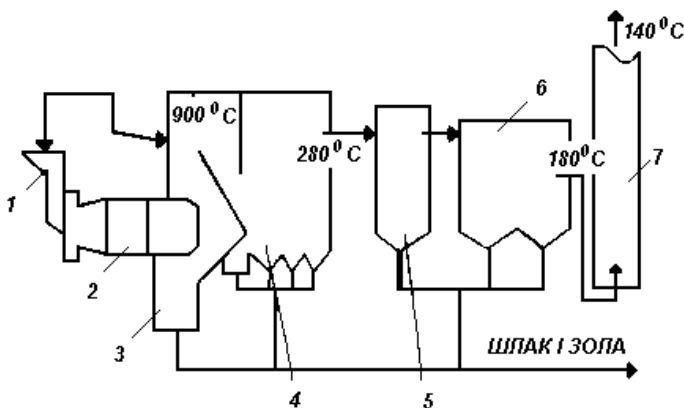


Рис. 3.12. Принцип роботи лінії спалювання:

- 1 — бункер для відходів; 2 — барабанна піч; 3 — камера доспалювання;
4 — котел-утилізатор; 5 — скрубер; 6 — фільтри; 7 — труба

Відходи спалюють в обертовій барабанній печі та у камері доспалювання. Бочки із твердими відходами надходять у цех спалювання по рольгангу, з якого вони окремо (по одній) переміщуються через затвор у живильний бункер барабанної печі. Інші тверді відходи після гомогенізації подають грейферним краном у живильний бункер, звідки вони надходять на спалювання в піч.

Рідкі й пастоподібні відходи перекачують із видаткових резервуарів у пальники барабану. Температуру барабанної печі регулюють за допомогою пальника для відпрацьованого масла. Нормальна температура спалювання становить 900–1300°C. При спалюванні галогеновмісних вуглеводнів температуру підтримують вище 1100°C. Спалювання здійснюється зі значним надлишком повітря, що забезпечує повне згорання. Спалювання контролюється за допомогою термометрів, газоаналізаторів і телевізійної камери. Розплавлений матеріал, що залишається при спалюванні, — шлак, падає з барабану в охолоджувальний басейн, звідки його перевозять на жужільну ділянку смітника.

У котлі-утилізаторі виробляється пара високого тиску, яка забезпечує роботу котла вище крапки роси для уникнення корозії. Вироблена пара частково використовується для власних потреб підприємства, а іншу теплову енергію подають у теплофікаційну мережу міста Рікхімакї.

Осаджену в котлі-утилізаторі золу збирають у бункер і перевозять після зволоження на смітник спеціальної конструкції. Димові гази очищають від кислотних сполук у струминному скрубєрі. Там газ проходить через струмені вапняної пульпи, причому хлорна, фтористоводнева кислоти, триоксид сірки та ін. реагують із гідрооксидом кальцію й утворюють хлористий кальцій, фторид кальцію, сульфат кальцію та ін., які відстоюються в нижній частині скрубєру.

Цех спалювання експлуатується таким чином, що температура всередині барабану перебуває в межах 1200–1500°C в залежності від відходів, які спалюються. При цьому всі органічні сполуки розкладаються, а неорганічні речовини, включаючи сталеві ємності, сплавляються в інертні склоподібні шлаки. Пил, що з'являється при спалюванні, в основному містить CaO і CaCO_3 .

Шлакові й інші відходи, що утворюються на підприємстві, складаються на смітнику спеціальної конструкції, яка ізольована водонепроникним матеріалом від днища. Відходи складують по видах окремо один від одного. Для контролю за ґрунтовими водами на території передбачені контрольні точки.

Стічні води, що утворюються в технологічних процесах, направляють або в необробленому виді, або з необхідною обробкою назад на технологічні потреби. У цих процесах вони здебільшого випаровуються.

При нормальній експлуатації в міську каналізаційну мережу скидають тільки стічні води, які надходять з установки фізико-хімічного очищення. Якщо потрібно скинути інші стічні води виробництва в каналізаційну мережу, то їх очищають до ступеня, визначеного муніципалітетом. Дошові води збирають за допомогою колодязів у вирівнювальний басейн, звідки їх відводять у відкриту каналу або направляють на обробку й потім використовують у технологічних цілях.

Процес очищення складається, зокрема, з наступних окремих етапів:

- гравітаційної сепарації масла й піску;
- фільтрації через шар піску;
- фільтрації активним вугіллям;
- хімічної флокуляції емульсій і флотації;
- видалення важких металів шляхом іонообміну.

Робота лабораторії є значною частиною системи заводської технології переробки ПВ. У її функції входить відбір проб відходів для аналізу, розгляд інструкцій і супровідних документів для переробки відходів, контроль навколишнього середовища, проведення замовлених аналізів.

Основні відомості про відходи одержують від постачальника по заповнюваній анкеті. Завданням лабораторії є швидке з'ясування відповідності відомостей про якість відходів результатам аналізів і при невідповідності прийняття певних рішень.

Великий досвід знешкодження промислових відходів накопичений у Швеції. У країні існує шість пунктів приймання й часткової попередньої переробки небезпечних відходів. В 1983 р. введений в експлуатацію центральний завод «Сакаб» біля м. Нортроп. На цей завод поставляються небезпечні ПВ з території всієї країни, у тому числі й ті відходи із приймальних пунктів, які не можна переробляти на місці. Завод «Сакаб» побудований в 1983 р. Його вартість — 250 млн. шведських крон, або близько 24 млн. \$. Нижче представлені сполуки й об'єм відходів, що переробляються на цьому заводі.

Речовина	Кількість відходів, т/рік
Нафтопродукти	30000
Розчинники	7000
Фарби й лаки	7000
Кислі й лужні відходи	3000
Кадмій	100
Ртуть	1000
Важкі метали	5000
Поліхлорбіфеноли	100
Ціаніди	200
Пестициди та інші	200

Небезпечні токсичні відходи, побічні продукти та ін., які не можуть бути віднесені:

до інших основних категорій	5000
лабораторні відходи	50
інші відходи	1000
всього	60150

Схема переробки промислових відходів відповідає приблизно технології, прийнятій на заводах Данії й Фінляндії. Аналогічні заводи й установи є й в інших країнах.

Певні зрушення намітилися й у вітчизняній практиці. З метою вирішення проблеми знешкодження промислових відходів Держкомунгоспом разом з рядом установ завершена схема очищення м. Києва від ПВ. Розроблений централізований комплекс по знешкодженню й переробці за заводською технологією нафтовмісних і близьких до них по властивостям відходів і осадів з очисних споруд промислових підприємств, а також твердих відходів. Для визначення кількісного і якісного складу перерахованих вище ПВ була виконана їхня класифікація. У її основу покладені технологічні принципи переробки відходів. Сумарна потужність комплексу складає 320,7 тис. т на рік або 1000 т/добу. Комплекс працює цілодобово з розрахунку річного фонду часу 320 днів у році. Із цих умов визначена добова потужність комплексу, що може коректуватися в процесі проектування. У його склад передбачені виробничі відділення:

- прийому й підготовки до спалювання рідких горючих відходів;
- прийому й зберігання розчинників і відходів лакофарбових матеріалів;
- прийому й підготовки до термічної обробки осадів нафтовмісних стічних вод;
- термічної обробки відходів (нагріті гази від спалювання рідких і твердих горючих відходів використовують для сушіння й прожарювання негорючих відходів);
- очищення газів, що відходять;
- очищення промислових стічних вод комплексу;
- складування знешкоджених матеріалів.

Всі відходи, що надходять на комплекс, проходять попередню підготовку перед термічною обробкою: зневоднювання, дроблення, сортування. Обезводнені рідкі горючі відходи нафтопродуктів і мастильно-охолоджуючих рідин (МОР), розчинники й відходи лакофарбового виробництва, виробниче сміття спалюють, а тепло газів, які відходять, використовують для випалу осадів стічних вод і сушіння гальваношламів. Стічні води, що утворюються в технологічному процесі обробки відходів, а також

зливові води після очищення від механічних домішок і нафтопродуктів використовують для мийки автомашин комплексу, гасіння золи, готування реагентів.

Димові гази піддаються двоступінчатому сухому й мокрому очищенню й через димар викидаються в атмосферу. Частина отриманої котельної пари подається на опалення й гаряче водопостачання. Проектування комплексу здійснено на базі вітчизняного устаткування.

Питання для самоконтролю

- 1) В чому полягає переробка відходів сірчаноокислотних виробництв?
- 2) Якими методами проводять переробку відходів промисловості фосфорних та калійних добрив, кальцинованої соди?
- 3) Як проводять обробку та утилізацію відходів пластмас, легкогорючих рідин, лакофарбних, жирових відходів?
- 4) Як проводять утилізацію відходів деревини, картону та паперу?
- 5) В чому полягає переробка відходів гуми?
- 6) Як проводять обробку та утилізацію відходів гальванічних виробництв?
- 7) Яким чином проходить вторинне застосування металів та сплавів?
- 8) В чому полягає утилізація відходів склобою та скловолокна, шлаків, золи та горілої землі?
- 9) Знешкодження та утилізація відходів фенолу.
- 10) Як переробляють нафтові відходи?
- 11) Як класифікують нафтовмісні відходи та забруднення?
- 12) Основні методи знешкодження та переробки нафтовідходів.
- 13) В чому полягає утилізація нафтовідходів у промисловості будівельних матеріалів, на транспорті?
- 14) Як проводять обробку та утилізацію гудронів?
- 15) Які існують основні засоби регенерації використаних мінеральних мастил?
- 16) В чому полягає обробка мастилоохолоджуючих рідин та емульсій?
- 17) Знешкодження відходів нафтохімічних виробництв.
- 18) Що таке централізоване знешкодження та утилізація відходів і забруднень?
- 19) Як і де проводять спалення промислових відходів та побутового сміття?
- 20) В чому полягає переробка та утилізація промислових відходів згідно повної заводської технології?

Бібліографічний список

Основна використана література

1. Постанова Кабінету Міністрів України № 668 від 28.06.1997 «Про Програму використання відходів виробництва і споживання на період до 2005 року». // База

- даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/668-97-%D0%BF> (дата звернення: 22.06.2017)
2. Родіонов А.І., Клушин В.Н., Торошечников Н.С. Техника защиты окружающей среды. — М.: Химия, 1989. — 512 с.
 3. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. — М.: Высшая школа, 1990. — 520 с.
 4. Пальгунов П.П., Сумаракон М.В. Утилизация промышленных отходов. — М.: Стройиздат, 1990. — 347 с.
 5. Равич Б.М., Окладников В.П., Лыгач В.Н. и др. Комплексное использование сырья и отходов. — М.: Химия, 1988. — 280 с.
 6. Пхакадзе Г. А. Биодеструктивные полимеры / Г. А. Пхакадзе, В. П. Яценко, А. К. Коломийцев и др. — К.: Наук. думка, 1990. — 143 с.
 7. Закон України «Про Загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). — 2000. — N 44. — Ст. 374.
 8. Пляцук Л.Д., Мельник О.С. Аналіз технологій очистки гальванічних стоків в Україні // «Вісник Сумського державного університету». Серія тех. наук. — 2008. — № 2. — С.116–121.
 9. Закон України «Про металобрухт» // Відомості Верховної Ради (ВВР). — 1999. — N 25. — Ст. 212.
 10. Ерухимович Ж.А., Климюк И.В., Ивлева О.Ф., Медникова Н.В. Новые смазочные материалы на основе регенерированных и свежих масел // Машиностроитель. — 1996. — № 5. — С. 34.
 11. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие средства для обработки материалов : Справочник. — М.: Машиностроение, 1984. — 224 с.
 12. Охрана окружающей среды в нефтехимической и химической промышленности / Под ред. проф. Мокрого Е. Н. — Львов: Изд-во ЛГУ, 1989. — 159 с.
 13. ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення» // База даних «Державні будівельні норми України». URL: http://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_7_029/25-1-0-1813 (дата звернення: 22.06.2017).
 14. Звіт про стан навколишнього природного середовища в місті Києві у 2003 році / Державне управління екології та природних ресурсів в м. Києві. — К., 2004.
 15. Програма поводження з твердими побутовими відходами у м. Києві на період до 2011 року» // База даних «Київська міська Рада». URL: http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1_docki2.nsf/alldocWWW/6BE77A603B2045E5C22577AD00686717 (дата звернення: 22.06.2017).

Література, рекомендована для поглибленого вивчення курсу

16. Клинков А.С., Беляев П.С., Соколов М.В. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов : учеб. пособие. — Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. — 80 с.
17. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В. Технология отходов (Технологические процессы в сервисе) : учебник. — М.: ГОУВПО «МГУС», 2006. — 410 с.

18. *Москвичев Ю.А., Фельдблом В.Ш.* Химия в нашей жизни : монография. — Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2007. — 411 с.
19. *Гринин А.С., Новиков В.Н.* Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка : учеб. пособие. — М.: Гранд, 2002. — 330 с.
20. *Булатов А.С.* Мировая экономика : учебник. — М.: Юрист, 2004. — 102 с.
21. *Глухов В.В., Лысочкина Т.В., Некрасова Т.П.* Экономические основы экологии. — СПб.: Спецлитература, 1997. — 304 с.
22. *Белов С.В., Баранов Ф.А., Кофанов А.Ф. и др.* Охрана окружающей среды : учебник для ВУЗов. — М.: Высшая школа, 1991. — 319 с.
23. *Мазур И.И., Молдаванов О.И.* Курс инженерной экологии : учеб. для вузов / Под ред. И.И. Мазура. — М.: Выш. шк., 1999. — 447 с.
24. *Бобович Б.Б., Девяткин В.В.* Переработка отходов производства и потребления : Справочное издание / Под ред. д. т. н., проф. Б.Б.Бобовича. — М.: Интермет Инжиниринг, 2000. — 496 с.
25. ДСанПіН 199-97 Скидання з суден стічних, нафтоутримуючих, баластних вод і сміття у водоймища // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0199282-97> (дата звернення: 22.06.2017)
26. ВБН В.2.2-58.1-94. Проектування складів нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа. // Професійна науково-правова бібліотека «НОРМАТИВ™ PRO». URL: <http://normativ.org.ua/ot/tdoc476.php> (дата звернення 22.06.2017)
27. *Довгий Ярослав.* Чарівне явище надпровідність. — Львів: Євросвіт, 2000. — 440 с.
28. Закон України «Про Загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами» № 1947-III від 14.09.2000 р. // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1947-14> (дата звернення: 22.06.2017)

4. ОБРОБКА ТА УТИЛІЗАЦІЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ (ТПВ) ТА ЗАБРУДНЕНЬ НА СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПОЛІГОНАХ. РОЗРАХУНОК ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПОЛІГОНІВ ТПВ

4.1. Полігонне поховання відходів. Загальні положення

До теперішнього часу найбільш поширеним методом вирішення проблеми ТПВ і прирівняних до них відходів є їх полігонне поховання: у СНД на полігони вивозять 97–98% ТПВ, які утворюються, в США — близько 70%, в Європі — 55–65%. В той же час в Японії і Швейцарії полігонному похованню піддають не більше 25–30% ТПВ [1].

Сучасні полігони ТПВ є інженерними спеціалізованими спорудами, які призначені для поховання твердих побутових відходів [2]. Полігони ТПВ повинні забезпечувати санітарне та епідемічне благополуччя населення, екологічну безпеку навколишнього природного середовища, запобігати розвиткові небезпечних геологічних процесів і явищ. Розміри і потужність полігонів ТПВ повинні визначатись потребами у складуванні твердих побутових відходів із урахуванням екологічних вимог і санітарних норм, кількості населення, розрахункового терміну експлуатації, річної норми накопичення ТПВ. На полігони ТПВ приймають тверді побутові відходи з житлових і громадських будинків, установ, підприємств торгівлі та громадського харчування, а також вуличне, садово-паркове, будівельне сміття і деякі види твердих інертних відходів за відповідним обґрунтуванням, а також промислові відходи III–IV класів небезпеки з дозволу місцевих органів санітарно-епідеміологічної та екологічної служб та пожежної інспекції. Промислові відходи IV класу небезпеки можуть використовуватись на полігоні твердих побутових відходів як ізолюючий матеріал. *Прийняття на полігони ТПВ не підлягають відходи, які можуть бути вторинною сировиною (за можливості їх утилізації); відходи, що містять токсичні, отруйні та агресивні щодо споруд полігону ТПВ речовини.* Як правило, складуванню на полігонах ТПВ підлягає тільки та частина твердих побутових відходів, що не може бути утилізована. Рекомендується при полігонах ТПВ передбачати спеціальні споруди для вилучення ресурсно цінних компонентів ТПВ. При полігонах ТПВ, де відбувається складування брикетів ТПВ, рекомендується передбачити майданчик для створення технологічних ліній з виробництва

брикетів. Полігони ТПВ, де відбувається одночасне складування як звичайних, так і брикетованих ТПВ, повинні мати окремі ділянки їх складування.

Полігони ТПВ проектуються на основі відповідних інженерних та екологічних вишукувань [2, 3]. При проектуванні полігонів ТПВ необхідно передбачення рішень по забезпеченню експлуатаційній надійності, економічності, мінімальному відчуження земельних та інших природних ресурсів і обов'язкове повернення тимчасово відчужуваних земель для подальшого господарського використання, розроблення матеріалів оцінки впливу на навколишнє середовище згідно з ДБН А.2.2-1-2003 (*Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд*). На полігоні передбачаються інженерні заходи, які забезпечують стійкість полігону як споруди, його довговічність і безпеку навколишнього середовища; вимоги щодо безпеки життя і здоров'я людини. Гідротехнічні споруди (дамби, водовідводи тощо) або їх елементи в складі полігонів ТПВ слід відносити до класу капітальних споруд із урахуванням наслідків у разі аварії — згідно зі СНиП 2.06.01-86 (*Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования*). При проектуванні передбачається рекультивация земель після закриття полігону ТПВ. Крім того, слід враховувати, що при недостатчі кисню органічні відходи на полігоні піддаються анаеробному зброджуванню, яке приводить до утворення так званого «газу звалища» — біогазу (суміш метану, вуглекислого газу, сірководню та ін.), що створює парниковий ефект. У надрах полігону формується вельми токсична рідина — фільтрат, попадання якого у водоймища і підземні води украй небажано. Звідси широко поширену багатовікову практику видалення відходів на звалища (полігони) слід розглядати як вимушене, але малоперспективне з позицій екології рішення, тим більше, що для природних процесів багато відходів по своїй структурі невідомі і природа не здатна впоратися з накопиченими і якісно зміненими продуктами, створеними Людиною для забезпечення своєї життєдіяльності. Враховуючи також складність виділення і облаштування земель під нові звалищні місця, в країнах Європейського Співтовариства запланована до кінця 2011 р. відмова від полігонного поховання ТПВ (за рахунок залучення відходів до переробки [4]).

Облаштування полігону і складування ТПВ [2, 3, 5, 6]. Вимоги до сучасних полігонів включають вимоги до вибору майданчика, конструкції, експлуатації, моніторингу, виведення з експлуатації, а на Заході, крім того, до надання фінансових гарантій (страхування на випадок форс-мажорних ситуацій). Полігони ТПВ розташовуються за межами міст. Розмір санітарно-захисної зони від житлової забудови до кордону полігону — 500 м, від аеропорту — 15 км. Для розміщення полігону переважними є ділянки, складені глинистими ґрунтами або важкими суглинками (при глибині ґрунтових вод не менше 2 м). Забороняється використання під полігон боліт

глибиною більше 1 м, а також ділянок, які затоплюються паводковими водами. Проектний термін експлуатації полігону — не менше 15–20 років. Необхідна при цьому площа земельної ділянки для складування ТПВ залежить від чисельності обслуговуваного населення і висоти складування ТПВ. Наприклад, для міста з населенням 0,5 млн. жителів потрібно полігон площею від 20 до 60 га при висоті складування ТПВ, відповідно, від 45 до 12 м. Полігони ТПВ, що мають загальну висоту більше 20 м і навантаження на площу більше 10 т/м^2 (100 тис. т/га), відносять до категорії *високонавантажених*.

Основні елементи полігону (рис. 4.1) — під'їзна дорога (з двостороннім рухом), ділянка складування ТПВ (займає 95% від площі полігону і обмежується водовідвідною канавою), господарська зона (розташовується на пересіченні під'їзної дороги з кордоном полігону і включає побутові і виробничі приміщення), інженерні споруди і комунікації (водопровід, каналізація, щогли електроосвітлення та ін.).

Ділянка складування розбивається на черги експлуатації (з врахуванням рельєфу місцевості). На ділянці складування, в основі полігону передбачається облаштування котловану, з якого здійснюється виїмка ґрунту для подальшої ізоляції ТПВ (проміжної і остаточної). Глибина котловану залежить від рівня ґрунтових вод (днище котловану має бути на 1 м вище за рівня ґрунтових вод). Відповідно до європейської практики мінімальна відстань від основи полігону до ґрунтових вод — 3 м. Враховуючи рельєф місцевості і черговість складування ТПВ, ділянка розбивається на декілька котлованів; при ухилі ділянки більше 0,5 м передбачається каскад котлованів (рис. 4.2).

Складовані на полігоні ТПВ піддають ущільненню та ізоляції. Складають ТПВ на робочій карті, відведеній на дану добу. Розміри робочої карти: довжина 30–150 м, ширина 5 м. Сміттєвози розвантажують ТПВ біля робочої карти. Бульдозери вивантажують ТПВ на робочу карту, створюючи шар заввишки 0,3–0,5 м. При цьому, ущільнення в 3–4 рази досягається чотирикратним проходом бульдозера (катка) по одному місцю. Ущільнений шар ТПВ заввишки 2 м (12–20 шарів) ізолюють ґрунтом, інертними матеріалами (відходи будівництва, шлаки); замість ґрунту можливе використання отриманого з ТПВ компосту. Шар проміжної ізоляції — 0,15–0,25 м.

На європейських полігонах практикується щоденне ізоляційне покриття складованих ТПВ. Для покриття використовують шар ґрунту завтовшки не менше 0,15 м, або використовують хімічну піну або полімерні плівки. Щоденна ізоляція перешкоджає розсіюванню відходів, покращує зовнішній вигляд полігону, перешкоджає поширенню запахів і виникненню пожеж [7].

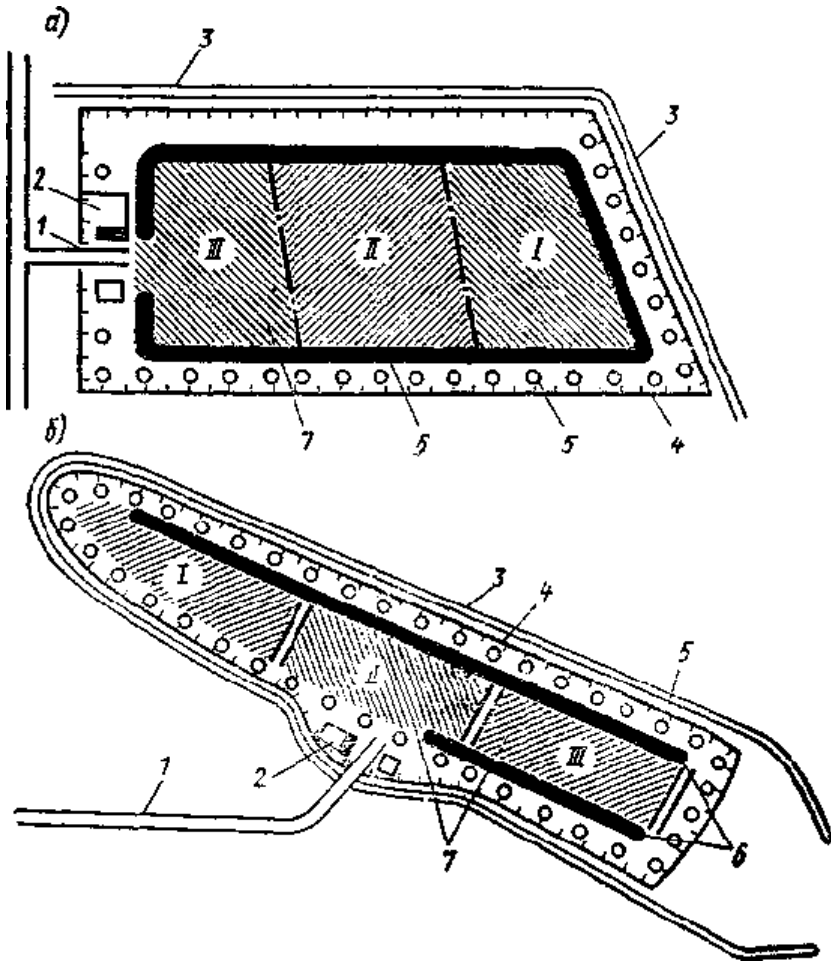


Рис. 4.1. Приклади горизонтального планування полігонів:
a) при співвідношенні довжини і ширини менше 1:2; *б)* при співвідношенні довжини і ширини більше 1:3; 1 — під'їзна дорога; 2 — господарська зона;
 3 — канава з насипним валом; 4 — загорожа; 5 — зелена зона;
 6 — ґрунт для ізолюючих шарів; 7 — майданчики складування відходів;
 I, II і III — черги експлуатації

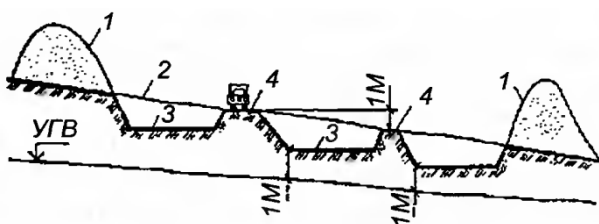


Рис. 4.2. Висотне розміщення котловану в основі полігону:
 1 — кавальєр ґрунту; 2 — поверхня ділянки до розробки котловану;
 3 — основи ділянок складування; 4 — дорога

Елементи загальної схеми полігону приведені на рис. 4.3.

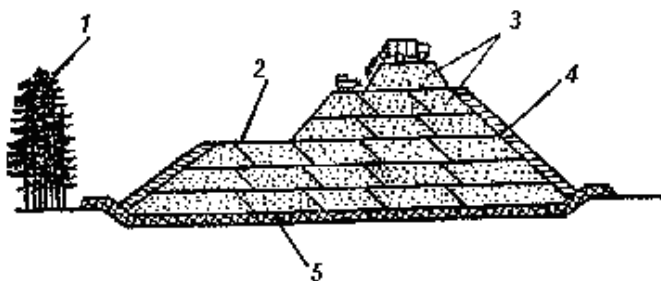


Рис. 4.3. Елементи загальної схеми полігону для твердих відходів:
 1 — лісозахисні смуги (зелена зона); 2 — проміжний ізолюючий шар;
 3 — відходи; 4 — вкриваючий зовнішній шар рослинного ґрунту;
 5 — природна або штучна водотривка основа (глина)

Міра ущільнення відходів при їх полігонному похованні залежить, за інших рівних умов, від маси ущільнюючого устаткування (визначає величину тиску на шар ТПВ) та від числа проходів ущільнюючої техніки. Як правило, для здобуття стабільної міри ущільнення відходів вистачає чотири — шести проходів важкої (масою 20–40 т) техніки (бульдозери, трактори). Подальше збільшення числа проходів техніки та її маси істотно не впливає на ущільнення ТПВ. Ущільнення відходів подовжує термін служби полігону, приводить до вирівнювання майданчика поховання, полегшує укриття відходів і подальшу роботу. За даними зарубіжної практики, чотирикратне ущільнення кожного шару забезпечує щільність укладання до $1,1 \text{ т/м}^3$ (з розрахунку на суху масу ТПВ).

Ґрунт, виїнятий з котловану першої черги, розміщується в кавальєрах по периметру полігону. Різниця відміток основ двох суміжних котлованів — не більше 1 м. Основою котловану як правило є шар глини завтовш-

ки не менше 0,5 м (коефіцієнт фільтрації води не більше 10^{-5} см/с). Якщо ґрунт характеризується коефіцієнтом фільтрації більше від 10^{-5} см/с, то тоді необхідне облаштування штучних непроникних екранів. Мета створення протифільтраційного екрану — обмеження потоку фільтрату до ґрунтових вод, що пролягають нижче, та запобігання підйому ґрунтових вод на рівень, який вищий від рівня основи полігону. В якості протифільтраційних екранів рекомендується використання наступних матеріалів:

- одношаровий глиняний екран (товщина на менше 0,5), поверх якого укладається захисний шар з місцевого ґрунту (товщина 0,2–0,3 м);
- ґрунтобітумний екран, оброблений органічними матеріалами або відходами нафтопереробки (товщина 0,2–0,4 м);
- екран з латексу (двошаровий).

У США і країнах ЄС для гідроізоляції основи полігону використовують поліетилен, який відрізняється високою хімічною, фізичною і біологічною стійкістю, а також стійкістю до механічних навантажень. Схема облаштування протифільтраційного екрану, характерного для європейської практики, представлена на рис. 4.4.

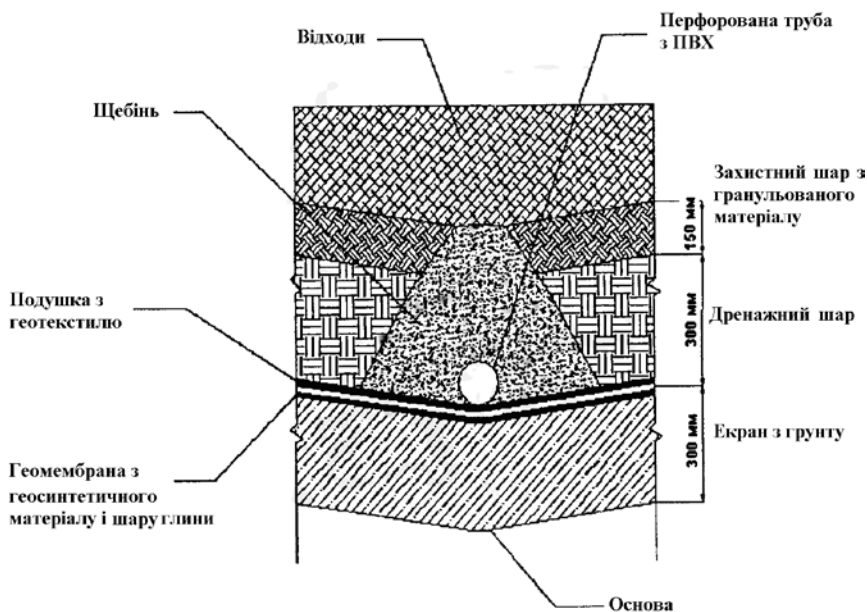


Рис. 4.4. Схема облаштування протифільтраційного екрану в основі полігону (європейська практика)

Розкладання ТПВ в місцях поховання. ТПВ на 70–80% складаються з органічних компонентів в більшості своїй схильних до розкладання з часом в умовах поховання за рахунок природних хімічних і біологічних процесів, які до теперішнього часу вивчені недостатньо. Екосистема полігону є динамічною та змінюється в часі. Основні процеси розкладання органічних відходів, які відбуваються в тілі полігону, склад продуктів, що утворюються, і фільтрату приведені на схемі (рис. 4.5).

В результаті реакції гідролізу утворюються низькомолекулярні органічні речовини, які протягом декількох тижнів проходять стадію киснево-нітратного окислення та розкладаються в аеробних умовах до води, вуглекислого газу та азоту. При протіканні цих процесів в тілі полігону відзначається підвищення температури. Для анаеробних умов характерна стадія розпаду продуктів гідролізу. При цьому можна виділити дві фази (стадії) — фаза I (кислотна) та фазу II (метаногенна). Тривалість першої стадії — від 1 до 6 місяців. У результаті процесів ферментації і відновлення сульфатів органічні речовини руйнуються до низькомолекулярних кислот (утворюються, зокрема, мурашина, оцтова і пропіонова кислоти), діоксиду вуглецю і сульфіді водню; у невеликих кількостях виділяється метан. При цьому утворюються проміжні продукти — карбонові кислоти та спирти. У метаногенній стадії розкладання органічних речовин (фаза II) жирні кислоти, які утворилися раніше, використовуються метанотвірними бактеріями для виробництва метану. Стадія анаеробного розкладання органічних речовин розтягнута в часі і продовжується протягом 8–40 років, причому перші 3 роки процес утворення метану протікає нестабільно. Чим вищий вміст вологи, тим активніше відбувається біологічне розкладання відходів в анаеробних умовах. При вмісті вологи менше 20% активність анаеробних процесів значно знижується. Сучасні технології полігонного поховання ТПВ зумовлюють повільне розкладання відходів (попадання води в товщу полігону затруднене); те ж саме характерно для полігонів, розташованих в посушливих регіонах. У міру зниження виходу біогазу починається остання стадія розкладання органічних відходів — стадія утворення гумусу. Її тривалість — до 40 років.

Збір та знешкодження фільтрату. Фільтрат, який утворюється на полігонах ТПВ, містить продукти вилужування водорозчинних сполук та продукти розкладання відходів. В середньому річний об'єм фільтрату, який утворюється, складає 2–3 тис. м³/га. Склад фільтрату залежить від терміну експлуатації полігону (від стадії розкладання відходів), складу складованих відходів та об'єму надходження поверхневих і ґрунтових вод.

Фільтрат з ТПВ характеризується переважно за інтегральними показниками — біохімічним споживанням кисню (БСК) та хімічним споживанням кисню (ХСК), а також за вмістом важких металів, амонійного азоту та деяких інших речовин. Після короткої аеробної стадії розкладання ТПВ

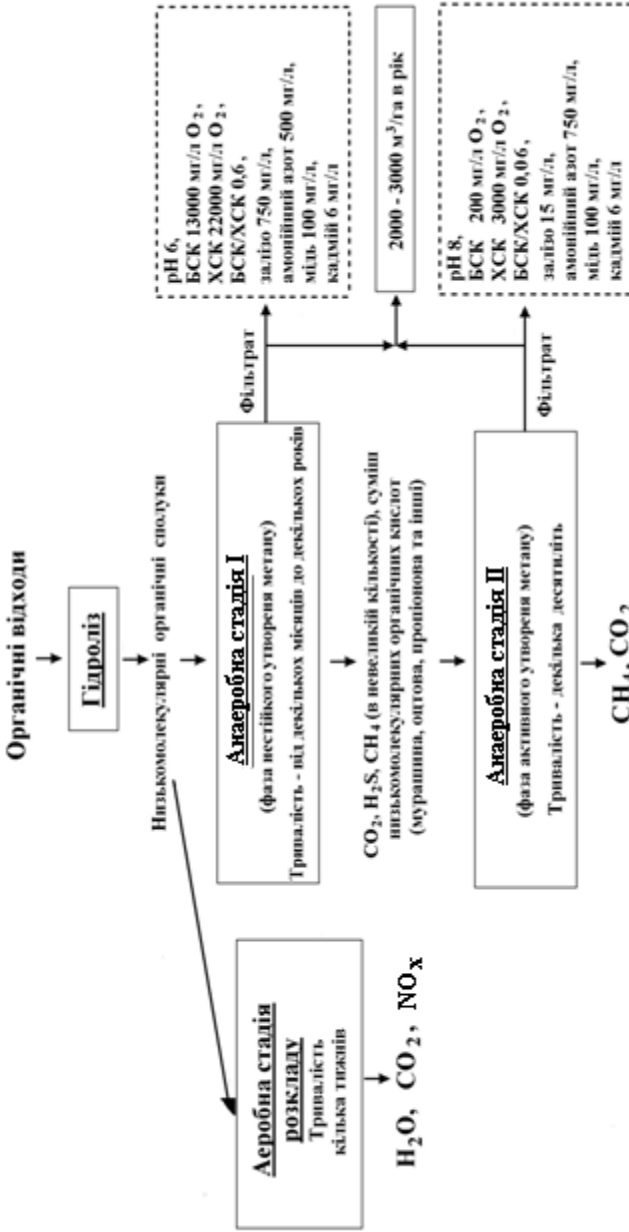


Рис. 4.5. Принципові процеси розкладу органічних сполук при полігонному захороненню ТПВ (основні стадії розкладу, склад утворених продуктів і фільтрату)

(тривалість — декілька тижнів) можна виділити (рис. 4.5) дві анаеробні стадії. Перша стадія розпаду органічних речовин в анаеробних умовах (кислотна фаза, фаза нестійкого утворення метану) протікає від декількох місяців до декількох років після депонування. Фільтрат, що утворюється на цій стадії розкладання ТПВ, характеризується середнім значенням рН — 6, високим значенням БСК (13000 мгО₂/л), високим відношенням БСК/ХСК (0,6) (*відношення БСК/ХСК є індикатором вмісту у фільтраті органічних речовин*), високим вмістом амонійного азоту та заліза.

Друга стадія (метаногенна фаза), характерна для старих полігонів, може продовжуватися протягом декількох десятиліть. У метаногенній фазі жирні кислоти і водень, що утворилися раніше, перетворюються в СО₂, і СН₄. Фільтрат старих полігонів має рН 8, характеризується низьким значенням БСК (200 мг О₂/л), низьким відношенням БСК/ХСК (0,06), високим вмістом амонійного азоту (750 мг/л) і низьким вмістом заліза (15 мг/л). Вміст міді і свинцю у фільтраті залежить від віку полігону і коливається в широких межах, складаючи в середньому близько 100 мг/л; середній вміст кадмію — 6 мг/л.

Таким чином, полігонне поховання ТПВ може зробити негативний вплив на ґрунтові води, у зв'язку з чим в Україні регламентується контроль за станом ґрунтових вод вище і нижче від краю полігону (на відстані 50–100 м). Якщо вміст забруднюючих речовин перевищить ГДК ґрунтових вод, мають бути прийняті заходи по обмеженню проникнення цих речовин в ґрунтові води (до рівня ГДК). Для запобігання витоку фільтрату в довкілля основа полігону повинна мати протифільтраційний екран (з коефіцієнтом фільтрації по європейських нормах не більш 10⁻⁹ см/сек), а для полегшення його збору поверхня полігону має бути спланована з ухилом (по європейським нормам ухил має бути не менше 2%).

У систему збору фільтрату входять:

- перфоровані дренажні труби, розміщені під складованими відходами на протифільтраційному екрані і які обкладаються щебенем (фільтрат по трубах відводиться на ділянку його знешкодження);

- насосна станція;

- водозбірний накопичувальний ставок (для зняття піків потоків).

Для відведення фільтрату використовують труби, поверхня яких на 2/3 має бути перфорованою або мати прорізи. Діаметр труб має бути не менше 300 мм. Труби слід укладати на поверхні гідроізолювального шару так, щоб фільтрат відводився зі всієї основи полігону ТПВ. Несуча здатність труб повинна визначатися спеціальним розрахунком. Розрахунок дренажної системи провадиться згідно зі СНиП 2.01.28-85 (Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию). Дренажна система повинна бути запроєктована так, щоб забезпечити можливість контролю і промивання її під час

експлуатації. Фільтрат, що утворюється на полігоні, збирається в контрольні ставки, а потім направляється на очистку. До стадії очистки фільтрату має бути передбачена його груба сепарація, седиментація, розподіл фаз. Метод чи спосіб очистки та знешкодження фільтрату визначається на основі проведення попереднього аналізу його властивостей. Більш нові європейські полігони запроєктовані з донним дренажем (див. рис. 4.4). На старих полігонах фільтрат збирається за допомогою навколишніх дренажних каналів або шляхом відкачування з трубних свердловин, які розміщують в тілі полігону або довкола нього. Знешкодження фільтрату звичайно проводять в місці його утворення, або на муніципальних очисних спорудах. До очисних споруд фільтрат транспортується по герметичному трубопроводу, вартість якого у ряді випадків може бути порівнянна з витратами на будівництво самого полігону.

Практично застосовують два методи знешкодження фільтрату (дренажних стічних вод):

- біологічне очищення (у присутності активних бактерійних культур, які руйнують і використовують органічні речовини для синтезу своїх кліток, наприклад, в установках з активним мулом, в аераційних ставках та ін.);

- фізико-хімічне очищення (частіше всього реагентне — для очищення від важких металів).

Слід зазначити, що кількість фільтрату залежить від технології поховання, ступеню ущільнення ТПВ і висоти їх складування. Відносно високій полігон є переважнішим з точки зору захисту довкілля (зменшується питомий об'єм фільтрату). Однак, відповідно до європейської практики полігони заввишки менше 10 м проєктують досить рідко.

Система збирання і знезараження фільтрату. При проєктуванні полігону ТПВ слід передбачати заходи, спрямовані на зменшення кількості фільтрату: тимчасові протифільтраційні зависи, дамби, а також передбачати такі схеми складування ТПВ, при яких забезпечується мінімальне надходження води з незаповненої площі карт ТПВ. Слід перевіряти токсичність осадів, що утворюються в процесі очищення фільтрату. Якщо клас токсичності не вище III, осади можна поховати на полігоні ТПВ, при вищому класі токсичності осади слід вивозити та ховати на полігоні токсичних відходів. Скидання фільтрату у міську водовідвідну мережу допускається тільки у випадку, коли об'єм і склад фільтрату відповідають вимогам «Правил приймання стічних вод підприємств в комунальні та відомчі системи каналізації міст і селищ України» за погодженням з місцевими установами санепідемслужби. Система збирання та видалення фільтрату повинна функціонувати від початку роботи полігону ТПВ, а також після його закриття.

Видобуток та утилізація біогазу. В результаті анаеробного розкладання органічної фракції відходів утворюється біогаз. Із загальної кількості

метану, який щороку поступає в атмосферу, 40–70% утворюється в результаті антропогенної діяльності, причому більше 20% з них приходяться на об'єкти поховання ТПВ. Підраховано, що з однієї тонни ТПВ утворюється близько 200 м³ біогазу. При цьому перші 15–20 років при розкладанні однієї тонни ТПВ виділяється до 7,5 м³ біогазу в рік. Надалі інтенсивність виділення біогазу різко скорочується.

Основні компоненти біогазу (%): метан 40–75 (зазвичай 50–60), діоксид вуглецю — 30–40, азот — 5–15, кисень — 0–2, сірководень та інші токсичні сполуки — в невеликих кількостях.

В залежності від вмісту метану біогаз має теплоту згорання від 15 до 25 МДж/м³ (3600–4800 ккал/м³), що відповідає 50% теплоти згорання природного газу. В середньому теплота згорання біогазу складає 4200 ккал/м³. Біогаз належить до газів, які створюють так званий «парниковий ефект», який впливає на зміну клімату Землі в цілому. Конвенція про запобігання глобальній зміні клімату зобов'язала всі країни — учасниці мінімізувати викиди в атмосферу парникових газів таких як метан і діоксид вуглецю (викид в атмосферу 1 м³ метану по своїх згубних наслідках для зміни клімату еквівалентний викиду в атмосферу близько 25 м³ діоксиду вуглецю). Біогаз є однією з причин займистості ТПВ на полігонах та звалищах. Біогаз також проявляє негативну дію на рослинний покрив, пригноблюючи рослинність на примикаючих до полігонів ТПВ площах. Негативна дія біогазу на довкілля привела до того, що в більшості розвинених країн власники полігонів законодавчо змушені приймати міри по запобіганню його стихійного поширення. У зв'язку з цим за кордоном в останнє десятиліття набули широкого поширення технології видобутку та утилізації біогазу. У Німеччині, наприклад, на початок нового тисячоліття видобуток біогазу на полігонах ТПВ склав близько 35 млн. м³/рік, що дозволяє отримувати щорік 140 млн. кВт-год електроенергії та економити 14 тис. т на рік нафти.

В Україні на полігонах та звалищах біогаз практично не збирається. Серед країн колишнього СРСР перші кроки в цьому напрямі здійснила Росія, яка побудувала спільно з фірмою «Гронтмай» (Нідерланди) установки для збору біогазу на двох підмосковних полігонах ТПВ (у Митищах та в Серпухові). На кожному з цих полігонів, які є досить типовими для Московської області (загальна площа 5–7 га), утворюється 600–800 м³ біогазу за годину. Для збору біогазу використовують вертикальні свердловини, газопроводи та компресорні станції, які забезпечують подачу газу до мотор-генераторів (при використанні біогазу для виробництва електроенергії). Компресор створює необхідне розрідження для збору біогазу та його транспортування по газопроводах. На рис. 4.6 показана блок-схема видобутку та утилізації біогазу, яка реалізована в Московському регіоні.

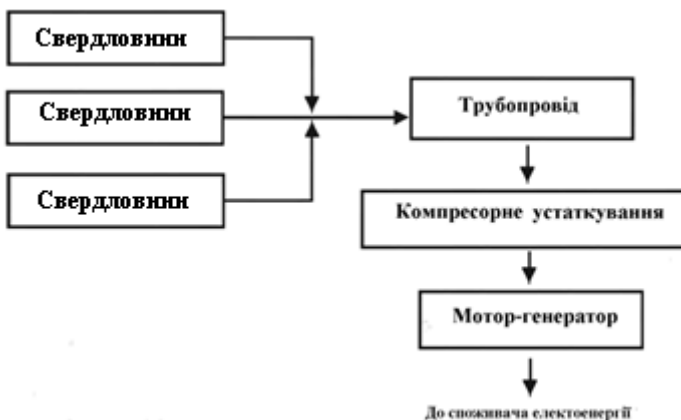


Рис. 4.6. Блок-схема видобутку та утилізації біогазу

У російських умовах, як показала практика, найбільш доцільне шнекове буріння свердловин діаметром 250–300 мм (для порівняння — в Швеції практикується буріння свердловин діаметром 150–200 мм).

За європейськими даними, вихід біогазу з пробуреної свердловини завглибшки 10 м зазвичай складає 10–20 м³/год. Стійка робота свердловини забезпечується, якщо її дебіт не перевищує об'єму біогазу, що знов утворюється. Підраховано, що для забезпечення потужності 1 МВт потрібно 15–20 пробурених газових свердловин в тілі полігону. Регулювання виходу біогазу з полігону здійснюється шляхом регулювання числа обертів компресора.

Відстань між газовими свердловинами на ділянці збору біогазу зазвичай складає 50–60 м. Якщо число газових свердловин на полігоні оптимально, а укosi полігону ущільнені, витяг біогазу складає до 80% від його об'єму, що утворюється. Якщо біогаз збирається на так званих біокартах з однорідними відходами (європейські умови), витяг біогазу підвищується до 90%. На рис. 4.7 показаний загальний вигляд свердловини для видобутку біогазу на підмосковних полігонах.

Інженерне облаштування свердловини включає декілька етапів. На першому етапі в свердловину опускається перфорована сталева або пластмасова труба, заглушена знизу і забезпечена фланцевим з'єднанням в пригирловій частині. Потім в міжтрубний простір засипається пористий матеріал (наприклад, гравій) з пошаровим ущільненням до глибини 3–4 м від гирла свердловини. На наступному етапі споруджується глиняний замок для запобігання попаданню в свердловину атмосферного повітря. Після цього приступають до установки оголовка свердловини. Оголовком є металевий циліндр, який має газозапірну арматуру для регулювання дебету све-

рдловини і контролю складу біогазу, а також патрубков для приєднання свердловини до газопроводу. У тих випадках, коли виникають складнощі з утилізацією біогазу (наприклад, із-за великих відстаней до споживача), зібраний біогаз піддають факельному спалюванню в спеціальних газових палиниках. Факельне спалювання біогазу слід розглядати як вимушену й проміжну міру, яка сприяє зниженню попадання біогазу в атмосферу та вірогідність спалаху ТПВ на полігонах.

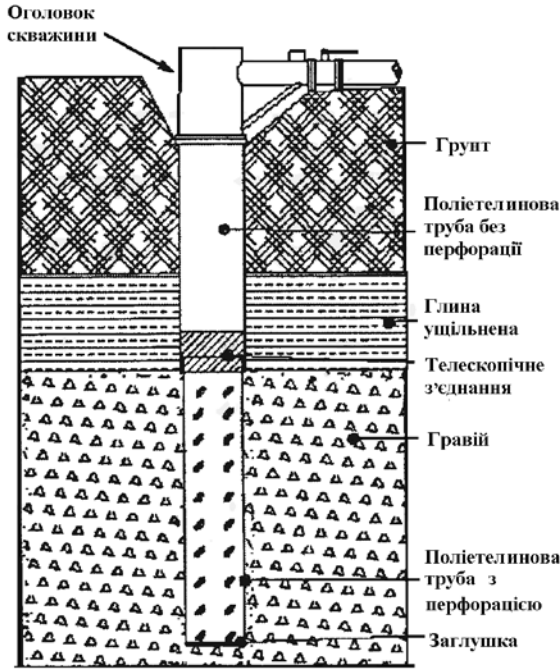


Рис. 4.7. Загальний вигляд свердловини для видобутку біогазу

Температура біогазу, який утворюється, відповідає температурі тіла полігону, яка при анаеробному розкладанні органічної фракції ТПВ підвищується до 25–40°C. Оскільки для відходів характерна висока вологість, біогаз насичується парами води. При зниженні температури біогазу до 10°C в системі газопроводів утворюється до 20 г/м³ конденсату. На установці потужністю 1 МВт щодоби утворюється 100 л конденсату. Цей конденсат необхідно видаляти з системи збору біогазу та направляти на знешкодження, оскільки по хімічному складу він багато в чому аналогічний фільтрату. Ухил газопровідних труб в межах полігону повинен забезпечувати збір конденсату (відповідно до європейської практики ухил труб — не менше

20%). Для видалення вологи з системи встановлюють конденсатозбірники (сталеві резервуари з гідрозасувами). Біогаз, який добувається на полігонах, найчастіше використовують для виробництва електроенергії. У російських умовах з 1 м³ біогазу можна отримати 1,5 кВт-год електроенергії. На жаль, великий енергетичний потенціал полігонів в даний час не використовується. В той же час в більшості розвинених країн виробництво електроенергії на основі біогазу стимулюється державою за допомогою спеціальних законів. Так, в США і країнах ЄС існують закони, що зобов'язали енергетичні компанії використовувати нетрадиційні джерела енергії, а споживачів — купувати альтернативну енергію. При цьому нормативно визначається вартість альтернативної енергії, яка, як правило, в 2–2,5 рази вища за вартість енергії, виробленої на основі використання традиційних енергоносіїв (природний газ, нафтопродукти). У ряді випадків електроенергія, вироблена з біогазу, частково або повністю використовується для потреб підприємства, що експлуатує полігон ТПВ. На відміну від багатьох європейських країн, в Швеції традиційною формою утилізації біогазу є його спалювання в газових котлах для виробництва теплової енергії. Газові котли найчастіше з'єднуються з місцевою системою районного тепlopостачання. У Швеції є також досвід утилізації біогазу для комбінованого виробництва електричної та теплової енергії на стаціонарних газових двигунах.

Відповідно до вимог моніторингу полігону повинні проводитися систематичні спостереження за підземними та поверхневими водами, донними відкладеннями, рослинністю, атмосферним повітрям. Полігон, виведений з експлуатації, підлягає рекультиватії. Рекультиватія проводиться після закінчення стабілізації закритих полігонів, коли ґрунт звалища досягає стійкого стану. Після планування поверхні, укладання родючого шару та його вирівнювання проводиться посадка багатолітніх трав, чагарників і дерев.

4.2. Розрахунок накопичення ТПВ

Розрахунок накопичення ТПВ виконують згідно із завданням за нормами накопичення. **Норми накопичення** — це кількість відходів (кг, м³), які утворюються, на розрахункову одиницю (людина для житлового фонду, одне місце в готелі, 1 м² торгівельної площі для крамниць і т. ін.) в одиницю часу (доба, рік). Норми накопичення визначають в одиницях маси (кг) або об'єму (л, м³). На одного жителя в місті доводиться в рік майже по 1 т твердих відходів. Причому цифра ця щороку збільшується на 7–8%, особливо в центрі крупних міст. Під складування побутових відходів відводяться великі території. Норми накопичення ТПВ складаються з двох джерел: 1) житлових будівель; 2) об'єктів суспільного призначення (торгівельних і культурно-побутових, установ громадського харчування, учбових закладів,

готелів, дитячих садів та ін.). На норми накопичення і склад ТПВ впливають такі чинники, як міра благоустрою житлового фонду (наявність сміттепроводів, газу, водопроводу, каналізації, системи опалювання та ін.), поєднаність житлових будинків, вид палива при місцевому опалюванні, розвиток громадського харчування, культура торгівлі, міра добробуту населення, кліматичні умови (різна тривалість опалювального періоду від 150 днів в південній зоні до 180 днів в північній); вживання населенням овочів і фруктів і таке ін. Для крупних міст норми накопичення значно вищі, ніж для середніх і малих міст.

Розглянемо норми накопичення ТПВ для двох джерел: житлові будинки різного ступеню благоустрою та установи і підприємства суспільного призначення.

Житлові будинки різного ступеня благоустрою і групи міст (табл. 4.1). Під впорядкованими житловими будинками розуміють будинки з газом, центральним опаленням, водопроводом, каналізацією, сміттепроводом або без нього; під будинками без благоустрою — будинки з місцевим опаленням на твердому паливі, без каналізації (приватний сектор). Будинки зі середнім благоустроєм — з водопроводом, місцевим або центральним опаленням, з каналізацією або без неї. Приготування їжі здійснюється на плитах, які опалюються в основному твердим паливом. Згідно з ДБН 360-92 (Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень, Київ-1992) в Україні існує п'ять груп поселень (міст):

- I група поселень (найкрупніші) — це міста з чисельністю понад 1 млн. жит.;

- II група (крупні) — 500 до 1000 тис. жителів;

- III група (великі) — 250 до 500 тис. жителів;

- IV група (середні) — 50 до 250 тис. жителів;

- V група (малі) — до 10 тис. жителів.

Для об'єктів житлового фонду в норми накопичення ТПВ включають сміття і опале листя, яке видаляються з прибудинкової території. До прибудинкової території включають площу двору, дитячих майданчиків, майданчиків для сушіння білизни і не включають збір ТПВ із загальноміської території (міжквартальні проїзди, під'їзні дороги, газони, прилягаючі до тротуарів).

Для обслуговування будинків із сміттепроводами норма накопичення ТПВ на 10–15% вища, ніж для таких же будинків, але без сміттепроводу.

Установи і підприємства суспільного призначення (їдальні, навчальні заклади, готелі, крамниці та ін.) (табл. 4.1). Норми, наведені в таблицях, можуть використовуватися тільки для укрупнених розрахунків, тому що через кожні п'ять років вони переглядаються і затверджуються міськвиконкомом.

**Рекомендовані норми надання послуг з вивезення побутових відходів
(Наказ Міністрів Мінжитлокомунгоспу №75 від 22.03.2010 р.)**

Джерело утворення побутових відходів	Норма на одну розрахункову одиницю							Щільність, кг/м ³
	середня на добу		середня на місяць		середня на рік			
	кг	л	кг	м ³	кг	м ³		
1	2	3	4	5	6	7	8	
Тверді побутові відходи								
Житлові будинки:								
1. Багатоквартирні та одноквартирні будинки за наявністю усіх видів благоустрою, на одну людину	0,77	3,56–7,09	25,38	0,11–0,24	304,5	1,30–2,90	230,0–105,0	
2. Багатоквартирні будинки за відсутності одного або двох з видів благоустрою, на одну людину:								
- каналізації	0,96	3,84–7,40	29,2	0,116–0,22	350,4	1,40–2,70	250,0–130,0	
- центрального опалення	1,0	3,85–7,60	30,4	0,117–0,23	365,0	1,405–2,77	259,8–131,8	
- каналізації і центрального опалення (використання твердого палива)	1,15	3,86–7,9	35,0	0,118–0,24	420,0	1,41–2,9	298,0–145,0	
3. Одноквартирні будинки з присадибною ділянкою, на одну людину:								
- з наявністю усіх видів благоустрою	1,26	3,94–7,67	38,3	0,12–0,23	460	1,44–2,80	319,4–164,3	
- за відсутності каналізації	1,45	4,03–7,75	44,2	0,123–0,236	530	1,47–2,83	360,5–187,3	
- за відсутності центрального опалення	1,52	4,09–7,91	46,25	0,124–0,24	555	1,49–2,89	372,5–192,0	
- за відсутності центрального опалення (використання твердого палива), водопостачання, каналізації	1,59	4,14–8,2	48,3	0,125–0,25	580	1,51–2,99	384,1–194,0	

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Підприємства, установи та організації:							
готель, на одне місце	0,5	2,74-4,11	15,2	0,08-0,13	182,0	1,0-1,5	182,0-121,0
гуртожиток, на одне місце	0,35	1,65-2,20	12,2	0,05-0,07	146,0	0,6-0,8	243,0-182,0
санаторій, пансіонат, будинок відпочинку, на одне місце	0,7	3,84-5,20	21,3	0,12-0,16	256,0	1,40-1,90	183,0-135,0
лікувально-профілактичні заклади:							
- лікарня, на одне ліжко	0,35	2,19-2,74	10,7	0,07-0,08	127,75	0,80-1,00	159,7-127,75
- поліклініка, на одне відвідування	0,01	0,06	0,25	0,0015-0,0025	3,0	0,018-0,030	167,0-100,0
заклад, на 1 кв. метр площі	0,1	0,22-0,24	2,08	0,0046-0,0005	25,0	0,055-0,06	450,0-417,0
адміністративні і громадські установи та організації, на одне робоче місце	0,3	1,3-1,5	6,25	0,027-0,032	75,0	0,32-0,38	234,0-197,0
Навчальні заклади:							
вищий і середній спеціальний, на одного студента	0,09	0,48-0,52	1,92	0,01-0,011	23,0	0,12-0,13	192,0-177,0
школа, на одного учня	0,08	0,4-0,48	1,67	0,008-0,01	20,0	0,10-0,12	200,0-167,0
школа-інтернат, на одного учня	0,45	2,2-2,4	-0,41	0,046-0,05	125,0	0,55-0,60	227,0-208,0
профтехучилище, на одного учня	0,4	2-2,20	8,33	0,042-0,046	100,0	0,50-0,55	200-181,8
дитячий дошкільний заклад, на одне місце	0,28	1,4-1,5	5,83	0,03-0,032	70,0	0,35-0,38	200,0-184,0
Підприємства торгівлі, на 1 кв. метр торговельної площі:							
промтоварний магазин	0,15	0,82-0,85	3,83	0,021-0,022	46,0	0,25-0,26	184,0-177,0
продовольчий магазин	0,3	1,5-1,64	7,63	0,038-0,042	91,50	0,46-0,50	198,9-183,0
ринок	0,31	1,1-1,97	8,0	0,033-0,05	96,0	0,40-0,60	240,0-160,0
заклад культури і мистецтва, на одне місце	0,08	0,7-0,8	2,04	0,018-0,02	24,5	0,21-0,24	116,0-102,0
підприємства побутового обслуговування, на одне робоче місце	0,75	3,4-3,80	19,08	0,087-0,097	229,0	1,04-1,16	220,0-197,4

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
вокзал, аеропорт, на 1 кв. метр площі залу очікування	0,37	1,7-1,8	11,25	0,052-0,055	135,0	0,62-0,66	217,7-205,0
кемпінг, автостоянка, на 1 кв. метр площі пляж (курортний сезон), на 1 кв. метр території	0,03 0,04	0,11-0,14 0,25-0,30	0,92	0,0033-0,0041	11,0	0,04-0,05	275,0-220,0 160,0-133,3
Підприємства громадського харчування, на одне місце:							
1) ресторан:							
з відбором харчових відходів	1,0	5,0-5,2	30,42	0,153-0,158	365,0	1,83-1,90	199,5-192,1
без відбору харчових відходів	1,4	6,0-6,60	45,0	0,17-0,18	540,0	2,0-2,2	270,0-245,0
2) кафе, їдальня:							
з відбором харчових відходів	0,43	2,2-2,3	13,08	0,067-0,07	157,0	0,80-0,84	196,0-187,0
без відбору харчових відходів	0,5	2,6-2,7	15,21	0,08-0,083	182,5	0,95-0,99	192,0-184,0
великогабаритні побутові відходи на одну людину	0,08	0,4-0,8	2,43	0,012-0,024	29,2	0,146-0,292	200,0-100,0
ремонтні побутові відходи, на одну людину	0,11	0,15-0,3	3,35	0,0046-0,0092	40,15	0,055-0,11	733,0-366,0
рідкі побутові відходи, на одну людину	-	25	-	0,76	-	9,13	-

Примітки:

- У таблиці наведені мінімальні та максимальні значення об'ємів утворення побутових відходів та відповідно до них мінімальні та максимальні значення їх щільності.
- Щільність побутових відходів відповідає їх стану у контейнерах.

Загальний обсяг накопичених ТПВ в середньодобовому та середньорічному обчисленні приводять по підсумковим даним табл. 4.1.

4.3. Вибір засобів знешкодження і утилізації ТПВ

Вибір засобу знешкодження для конкретного міста визначається необхідністю охорони навколишнього середовища і здоров'я населення, раціонального використання земельних ресурсів, економічною доцільністю. При цьому враховують кліматичні, географічні, містобудівні, санітарно-епідеміологічні умови. Використовуючи наведені вище дані визначають засоби знешкодження, тип та оптимальну чисельність споруд (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Вибір засобів знешкодження ТПВ та тип споруд

Чисельність населення, що обслуговується, тис. осіб	Високо-навантажені полігони	Засоби знешкодження і утилізації			
		Спалювання заводи	Компостування		Комплексні заходи (компост, і спалення)
			польові установки	заводи	
25-125	+		++		
200-500	+	+		++	
600 і більше	+	+			++

Примітки:

+ — бажане рішення; ++ — найбільш бажане рішення.

Отримані результати використовують для визначення системи збору і вилучення ТПВ.

4.4. Визначення та розрахунок системи збору і вилучення ТПВ

Для забезпечення необхідного санітарного рівня населених місць та ефективнішого використання парку спеціальних збиральних машин збір і видалення побутових відходів в містах і населених пунктах здійснюється по планово-регулярній системі в терміни, передбачені правилами санітарного утримання територій населених місць. Організація планово-регулюючої системи і режим видалення побутових відходів визначаються на підставі рішень виконавчих комітетів міських Рад народних депутатів за поданням органів житлово-комунального господарства і установ санітарно-

епідеміологічної служби. Вибір тієї або іншої системи визначають такі чинники:

- 1) відстань місць вивантаження сміттевозів від населеного пункту;
- 2) санітарно-епідеміологічні умови міста;
- 3) тип і кількість сміттевозів;
- 4) кількість жителів, етапність забудови, наявність приватного сектору;
- 5) рельєф місцевості;
- 6) наявність сезонних об'єктів (ярмарки, виставки та ін.).

Найбільш поширеною в нашій країні системою збору ТПВ є:

- контейнерна (система змінюваних збірників);
- система незмінюваних збірників.

При **контейнерній (змінюваній) системі** відходи вивозять разом з контейнерами, а на їх місце встановлюють порожні контейнери. Контейнерна (змінювані збірники) система може застосовуватися при відстані вивезення не більше 8 км, а також при обслуговуванні об'єктів тимчасового утворення відходів і сезонних об'єктів (місце з великим скупченням людей, дачні селища, виставки, ярмарки).

При системі змінюваних контейнерів застосовують контейнери місткістю 0,75, 0,8, 1,1 м³ (рис. 4.8) та сміттевози типу М-30А.

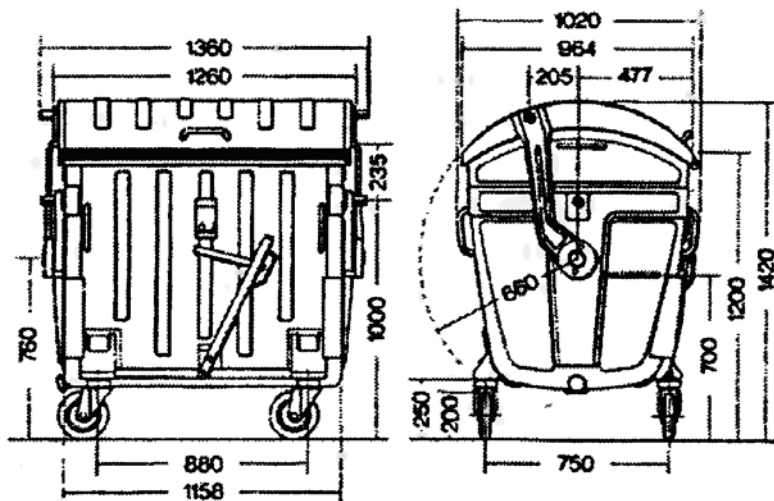


Рис. 4.8. Контейнер для збору ТПВ ємністю 1,1 м³

Необхідне число контейнерів (n_H) при «незмінюваній» системі визначають за формулою:

$$n_H = \frac{Q_C \cdot K \cdot K_1 \cdot P}{g \cdot K_2} \quad (4.1)$$

де Q_C — середньодобове накопичення ТПВ, м³/добу;
 K — коефіцієнт нерівномірності накопичення ТПВ (можна прийняти рівним 1,25);

K_1 — коефіцієнт, що враховує кількість контейнерів, які знаходяться у ремонті й резерві ($K_1=1,05$);

P — періодичність вивезення відходів, діб;

g — місткість одного контейнера, м³,

K_2 — коефіцієнт заповнення контейнера ($K_2=0,9$).

Кількість контейнерів, що підлягають розстановці на дільниці, яка обслуговується при «незмінюваній» системі (B_{HC}), також можна знайти за формулою:

$$B_{HC} = (P_{\text{річ}} \cdot t \cdot K_1) \cdot 365 \cdot E \quad (4.2)$$

де $P_{\text{річ}}$ — річне накопичування ТПВ на дільниці, м³;

t — періодичність вилучення відходів, діб;

K_1 — коефіцієнт нерівномірності накопичування відходів ($K_1=1,25$);

E — місткість контейнера, м³.

Для визначення облікового числа контейнерів B_{HC} (з урахуванням тих, що перебувають у ремонті й резерві) треба B_{HC} помножити на коефіцієнт K_2 ($K_2=1,05$).

Кількість «змінюваних» (контейнерна система) контейнерів встановлюють за формулою:

$$n_H = \frac{Q_C \cdot K_1 \cdot K_3 \cdot P}{g \cdot K_2} \quad (4.3)$$

Позначення дивись у формулі (4.1).

K_3 — коефіцієнт, що враховує число контейнерів, які встановлюються на платформі автомобіля, періодичність вивезення ТПВ і кількість рейсів сміттєвозу на добу.

Коефіцієнт K_3 визначають за формулою:

$$K_3 = 1 + \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \quad (4.4)$$

де σ_1 — кількість контейнерів, встановлюваних на платформі контейнерного сміттєвоза;

σ_2 — число розташованих в місцях збору контейнерів, що обслуговуються і вивозяться однією машиною за період збереження.

Коефіцієнт K_3 знаходиться з табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Значення поправочного коефіцієнту K_3

Термін зберігання відходів, діб	Коефіцієнт K_3 при кількості рейсів за добу				
	1	2	3	4	5
0,5	3,00	2,00	1,66	1,50	1,40
1	2,00	1,50	1,33	1,25	1,20
2	1,50	1,25	1,17	1,13	1,10
3	1,33	1,17	1,11	1,08	1,07

При незмінюваній системі відходи вивантажують безпосередньо у сміттєвози, а контейнери після випорожнення встановлюють на місце. «Незмінювана» система застосовується у великих містах як більш продуктивна. У впорядкованому житловому фонді можуть водночас застосовуватися обидві системи. Збір і вилучення ТПВ у житлофонді на правах особистої власності можуть здійснюватися за будь-якою системою. При незмінюваній системі застосовуються контейнери місткістю 0,75, 0,6 і 0,55 м³ з використанням сміттєвозів типу КО-415 або КО-413. Застосування сміттєвозів типу КО-413 доцільно при вивезенні на відстань до 30 км. При більшій відстані можна використовувати КО-415. При розрахунку числа контейнерів треба враховувати періодичність вилучення ТПВ. Періодичність вивезення (Р) залежить від сезону року, кліматичної зони, епідеміологічної обстановки в місті, погоджується із санепідемслужбою і затверджується рішенням міськвиконкому. Застосовують такі терміни вилучення (t) побутових відходів: з території домоволодінь — не менше одного разу в три дні; з території домоволодінь з особливим режимом або у південній зоні — щодня.

Кількість сміттєвозів (шт.) в умовах автогосподарства встановлюють для кожного типу за формулою:

$$C = \frac{Q_p}{365 \cdot P \cdot K_{\text{вик}}} \quad (4.5)$$

де Q_p — кількість ТПВ що підлягають вивезенню упродовж року, m^3 ;
 PP — продуктивність одного сміттєвозу прийнятого типу, m^3 ;
 $K_{вик}$ — коефіцієнт використання рухомого складу парку для кожного автогосподарства ($K_{вик} = 0,7-0,8$).

Добову продуктивність сміттєвозу визначають за формулою:

$$PP = X \cdot g, \quad (4.6)$$

де X — кількість ходок;
 g — кількість ТПВ, що перевозяться за один рейс, m^3 ; ($g = 20 m^3$ при «незмінюваній» системі).

Число рейсів сміттєвозу за зміну знаходять за формулою:

$$\lambda = \frac{v_1 \cdot v_2 \cdot (t_{см} - t_0 - t_k) + v_2 \cdot l_1 + v_1 \cdot l_2}{v_1 \cdot v_2 \cdot t_{пр} + 2 \cdot (v_2 \cdot l_1 + v_1 \cdot l_2)}, \quad (4.7)$$

де v_1 і v_2 — розрахункові швидкості при роботі сміттєвозу в місті і поза ним (табл. 4.4);

l_1 і l_2 — відстань транспортування ТПВ відповідно в місті і за містом, км;

t_0 — час, що витрачається на нульовий пробіг (від міста до місця роботи і назад), год (табл. 4.5);

t_k — час, що витрачається сміттєвозом на кінцевий пробіг (від місця навантаження до місця розвантаження і назад (табл. 4.4);

$t_{пр}$ — час, що витрачається на вантажно-розвантажувальні операції, год (табл. 4.5).

Т а б л и ц я 4.4

Норма часу на пробіг сміттєвозів

Характеристика доріг, тип дорожнього покриття	Середня розрахункова швидкість пробігу, км/год	Норми часу на 1 км пробігу
При роботі за містом: а) дороги з досконалим покриттям;	42	0,0262
б) дороги з твердим покриттям у т. ч., щербенисті й ґрунтові	33	0,0333
При роботі в місті	26	0,0423

Норма часу на навантаження сміттєвозів

Кількість зупинок для повного завантаження сміттєвозу	Норма часу на один сміттєвоз, год		
	Для сміттєвозу КО-413 на шасі ГАЗ-53А	Для сміттєвозу КО-413 на шасі КамАЗ	Для сміттєвозу КО-415 на шасі КамАЗ
1	1,12	3,25	-
2–5	1,19	3,33	–
6–10	1,29	3,42	–
11–15	1,39	3,52	–
16–20	1,5	3,62	–
21–25	1,6	3,72	–
26–30	1,7	3,86	–
31–35	–	–	3,94
36–40	–	–	4,06
41–45	–	–	4,15
46–50	–	–	4,26

Вибір майданчиків під контейнери. Контейнери (контейнерні майданчики) мають бути віддалені від житлових будинків, дитячих установ, місць відпочинку населення на відстань не менше 20, але не більше 100 м. Майданчики для контейнерів повинні мати: рівне асфальтове або бетонне покриття, ухил у бік проїжджої частини 0,02%, огороження зеленими насадженнями (для створення живоплоту довкола контейнерних майданчиків можуть бути використані декоративні чагарники: смородина золотиста, айва японська, барбарис звичайний, глід, жасмин, ірга канадська та ін.) або інші огороження (цегляні, сітчасті, бетонні).

Майданчики під контейнери повинні бути віддалені від житлових будинків, дитячих закладів, місць відпочинку населення на відстань не менше 20 і не більше 100 м. Вони повинні примикати безпосередньо до наскрізних проїздів. Ширина проїздів при односторонньому русі 3,5 м, при двосторонньому — 6 м.

Санітарна обробка контейнерних майданчиків повинна проводитися за правилами санепідемстанції. Санобробку контейнерів при незмінюваній системі збору і вилучення ТПВ здійснюють не менше одного разу в 10–15 днів житлово-експлуатаційними організаціями, при змінюваній системі — після кожного випорожнення контейнерів.

Сортування компонентів ТПВ для наступної утилізації, як правило, проводять в місцях збору або на станціях перевантаження і в даному посібнику ця технологія не розглядається.

4.5. Вибір ділянки під полігон

Ділянка для розміщення полігонів ТПВ повинна обиратися за територіальним принципом відповідно до схеми санітарного очищення міста чи регіону і проекту районного планування або генерального плану населеного місця [2]. Полігони ТПВ розміщуються за межами міста. Розмір санітарно-захисної зони від житлової забудови до границь полігона — 500 м. Територія санітарно-захисної зони повинна благоустроюватися й озеленюватися відповідно до вимог, запропонованими ДБН 360-92 (Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень). Під полігони виділяються відпрацьовані глиняні кар'єри або вільні від цінних порід дерев ділянки в лісових масивах. Найбільш перспективними по гідрогеологічних умовах є ділянки із глиною або важкими суглинками, в яких ґрунтові води знаходяться на глибині більше 2 м.

При відводі ділянки видається завдання на подальше використання полігону (створення лісопаркового комплексу, облаштування відкритих складів будівельних матеріалів та ін.). Капітальне будівництво на ділянках складування ТПВ забороняється через виділення отруйних і вибухонебезпечних газів протягом тривалого періоду часу (понад 50 років).

Ділянка для облаштування полігону ТПВ повинна виділятися у відповідності із затвердженим генеральним планом або проектом планування й забудови міста та його приміської зони. Полігон для ТПВ бажано розміщувати на рівній території, яка виключає можливість змиву атмосферними опадами частини відходів і забруднення ними прилягаючих земельних площ і відкритих водойм, ґрунту населених пунктів, які розташовані поруч.

Допускається відвід земельної ділянки під полігон ТПВ на території ярів, починаючи з їх верхів'їв, що дозволяє забезпечити збір і видалення талих і зливових вод. Доцільно ділянки під полігони вибирати з урахуванням наявності в санітарно-захисній зоні зелених насаджень і земельних насипів.

У результаті геодезичних вишукувань складаються геологічні профілі території, робляться висновки про придатність наміченої ділянки під полігон ТПВ. З урахуванням цих матеріалів санітарно-епідеміологічною станцією міста видається остаточний висновок про придатність наміченої ділянки для влаштування полігона ТПВ.

Полігон складається із двох взаємозалежних територіальних частин: території, зайнята під складування ТПВ й територія для розміщення господарських об'єктів. Площа ділянки відведеної під полігон вибирається з розрахунку його експлуатації протягом 15–20 років. Найбільш економічні земельні ділянки, близькі за формою до квадрату, що допускає максимальну висоту складування ТПВ з урахуванням закладення зовнішніх укосів. Полі-

гон повинен розміщуватися з підвітряної сторони по відношенню до населеного пункту (з урахуванням переважного напрямку вітрів).

На обраній під полігон ділянці виконуються топографічні дослідження. Для розрахунку полігону необхідно мати план усєї ділянки в масштабі 1:1000 або 1:1500, і план ділянки господарської зони інженерних споруд і зовнішніх комунікацій.

Геологічні дослідження визначають порядок нашарування, потужність і склад порід, які складають основу полігону, коефіцієнт фільтрації ґрунту. При різномірних ґрунтах необхідно проводити дослідження аж до водотривкого шару й заглибитися в нього на 1–1,5 м.

Гідрогеологічні дослідження визначають рівень ґрунтових вод і напрямок їхнього потоку. Для розрахунку насипних каналів, які захищають полігон від потоку поверхневих вод, збираються відомості про інтенсивність атмосферних опадів і площі їхнього водозбору.

У результаті геологічних і гідрогеологічних вишукувань повинні бути зроблені план розташування шурфів, геологічні профілі та висновок гідрогеолога про придатність наміченої ділянки під полігон ТПВ.

Ділянки, виділені під міські вдосконалені полігони ТПВ, необхідно вибирати з урахуванням перспективного розвитку міста й росту його території. Відвід земельної ділянки для розміщення вдосконаленого полігону в кожному окремому випадку визначається виконкомом місцевих Рад народних депутатів на підставі висновку Державної комісії, до складу якої входять голови виконкому місцевих Рад, замовника, генерального підрядника, генерального проектувальника, організації, на яку покладається експлуатація полігону, організації, в чийм веденні перебуває земельна ділянка, органів державного санітарного нагляду, технічної інспекції профспілок, органів по використанню й охороні водних ресурсів Комітету по меліорації й водного господарства, відділів охорони природи, органів гідрометеослужби, органів державного пожежного нагляду.

Не допускається будівництво полігону:

- на території першого поясу зони санітарної охорони підземних і поверхневих джерел централізованого господарсько-питного водопостачання й джерел мінеральних вод;

- на території другого поясу зони санітарної охорони ближче 0,5 км від підземних джерел централізованого господарсько-питного водопостачання й джерел мінеральних вод;

- на території другого поясу зони санітарної охорони ближче 1 км від водозбору поверхневих джерел централізованого господарського водопостачання;

- у границях прибережної смуги водойм ближче 300 м від урізу води у водоймі при найбільшому рівні; на території вклинювання водоносних горизонтів;

- у межах зони санітарної охорони курортів;
- на території зелених зон міст; на землях заповідників і в межах встановлених навколо заповідників охоронних зон, у зонах охорони пам'яток архітектури й культури, які перебувають під охороною держави;
- на території, зарезервованій для житлового будівництва й розширення промислових підприємств;
- на ділянках, призначених для будівництва й організацій оздоровчих установ, і в місцях відпочинку;
- на земельних ділянках із просадними ґрунтами й ґрунтами, які спучуються, а також у районах розвитку карстових процесів;
- на заболочених ділянках.

З урахуванням продуктивності застосовуваних на полігонах ТПВ машин і механізмів встановлюється така класифікація споруд залежно від річного об'єму прийнятих ТПВ (у тис. м³/рік): до 50, 51–100, 101–500, 501–1000, більше 1000.

Площа ділянки складування ТПВ орієнтовно визначається діленням проектної місткості полігону ТПВ (м³) на середню висоту складування відходів (м) із урахуванням їх ущільнення, середньої чисельності населення, що обслуговується, та за умови експлуатації полігону протягом не менше 15–20 років. Рекомендовані площі ділянки складування ТПВ в залежності від середньої чисельності населення наведено у табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Рекомендована площа ділянки складування ТПВ, га

<i>Строк експлуатації — 15 років</i>						
Середня чисельність населення, що обслуговується, тис. осіб	Середня висота складування ТПВ, м					
	12	20	25	35	45	60
50	6,5	4,5–5,5	–	–	–	–
100	12,5	8,5	6,5–7,5	–	–	–
250	31,0	21,0	16,0	11,5–13,5	–	–
500	61,0	41,0	31,0	23,0	16,5–20	–
750	91,0	61,0	46,0	34,0	26,0	–
1000	121,0	81,0	61,0	45,0	35,0	27,0–32,0

Полігони ТПВ, що мають загальну висоту (для полігонів ТПВ у котлованах і ярах — глибину) понад 20 м і навантаження на використовувану площу понад 10 т/м², (або 100 тис. т/га), відносяться до категорії **високонантажених полігонів ТПВ**.

Розрахунок місткості полігону. Місткість полігону розраховується для обґрунтування необхідної площі ділянки складування ТПВ.

Місткість полігону $E_{\text{тр}}$ (м^3) на розрахунковий термін знаходять з формули:

$$E_{\text{тр}} = \frac{[(Y_1 + Y_2) \cdot (H_1 + H_2) \cdot T \cdot K_2]}{4 \cdot K_1} \quad (4.8)$$

де Y_1 і Y_2 — питомі річні норми накопичування ТПВ за обсягом на перший і останній роки експлуатації, $\text{м}^3/\text{осіб рік}$;

H_1 і H_2 — кількість жителів, які обслуговуються полігоном на перший і останній роки експлуатації, осіб;

K_1 — коефіцієнт, який враховує ущільнення ТПВ у процесі експлуатації полігону на увесь термін T (табл. 4.7);

K_2 — коефіцієнт, який враховує обсяг зовнішніх ізолюючих шарів ґрунту (проміжний і останній), знаходять з табл. 4.8;

T — розрахований термін експлуатації полігону, роки.

Таблиця 4.7

Значення K_1 при різній масі ущільнюючого бульдозера або катка

Маса бульдозера або катка, т	Повна проектна висота полігону, м	K_1
3–6	20...30	3,0
12–14	менше 10	3,7
12–14	20...30	4,0
20–22	50 і більше	4,5

Таблиця 4.8

Значення K_2 при різній висоті полігону

Загальна висота, м	5,25	7,5	9,75	12–15	16–39	40–50	більше 50
K_2	1,37	1,27	1,25	1,22	1,20	1,18	1,16

Питому річну норму накопичення ТПВ можна визначити за формулою:

$$Y_1 = \frac{Q_p}{H_1} \quad (4.9)$$

де Q_p — кількість ТПВ, які підлягають вивезенню упродовж року, м^3 .

Наприклад, питома річна норму накопичення за обсягом на 20-й рік експлуатації за умови щорічного зростання її за обсягом на 3% дорівнює:

$$Y_2 = Y_1 \cdot (1,03)^{20} = 1,805 \cdot Y_1,$$

$$Y_2 = 1,1 \cdot (1,03)^{20} = 1,1 \cdot 1,805 = 1,99, \text{ м}^3/\text{осіб} \cdot \text{рік}.$$

Якщо $Y_1 = 1,1 \text{ м}^3/\text{осіб} \cdot \text{рік}$, то Y_2 складе $1,99 \text{ м}^3/\text{осіб} \cdot \text{рік}$.

Кількість жителів які обслуговуються полігоном в останній рік експлуатації можна знайти за формулою:

$$H_2 = 1,2 \cdot H_1 \quad (4.10)$$

Якщо при забезпеченні робіт із проміжної і залишкової ізоляції використовують видалений з полігону ґрунт, то $K_2 = 1$.

Необхідну площу ділянки складування Φ_{yc} (га) встановлюють за формулою:

$$\Phi_{\text{скл}} = \frac{3 \cdot E_m}{H_n \cdot 10000} \quad (4.11)$$

де 3 — коефіцієнт, що враховує закладення зовнішніх відкосів у відношенні 1:4;

H_n — висота складування ТПВ, м.

Необхідну площу полігону Φ (га) знаходять за формулою:

$$\Phi = 1,1 \cdot \Phi_{\text{скл}} + \Phi_{\text{госп}}, \quad (4.12)$$

де 1,1 — коефіцієнт, що враховує смугу навколо ділянки складування;

$\Phi_{\text{госп}}$ — площа ділянки господарської зони і майданчика мийки контейнерів, м^2 .

Фактичну місткість полігону визначають в залежності від конкретно відведеної площі на плоскому рельєфі, байраку, відпрацьованому кар'єрі та ін.

Санітарно-захисна зона і система моніторингу

Розмір санітарно-захисної зони від житлової забудови до кордону полігону — 500 м. По периметру полігона ТПВ проєктуються кавальєри ґрунту, необхідного для ізоляції при закритті полігона ТПВ. Режим санітарно-

захисної зони повинен відповідати ДСанПіН 2.2.7.029-99 (*Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення*).

При проектуванні полігонів ТПВ складається «Санітарно-технічний паспорт полігону ТПВ», у якому відображається хімічний склад ґрунту, ґрунтових вод і атмосферного повітря в районі розміщення полігону, а також фізико-хімічний склад відходів, які підлягають похованню. У складі проекту полігону ТПВ розробляється спеціальний розділ із системи моніторингу, що містить: контроль стану підземних і поверхневих водних об'єктів, атмосферного повітря, ґрунтів і рослин, шумового навантаження в зоні можливого негативного впливу полігону ТПВ; систему управління технологічними процесами на полігоні ТПВ, яка забезпечує запобігання забрудненню підземних і поверхневих водних об'єктів, атмосферного повітря, ґрунтів і рослин, шумовому навантаженню понад припустимі межі. До складу об'єктів та заходів моніторингу повинні бути включені системи контролю за станом підземних і поверхневих вод, атмосферного повітря, ґрунту і рослин, шумового навантаження в зоні можливого впливу полігону ТПВ, експлуатаційної надійності споруд, а також слід враховувати житлові умови та стан здоров'я населення.

Для контролю за станом підземних вод проектуються контрольні свердловини, розташування яких погоджується із гідрогеологічною службою та санітарно-епідеміологічними станціями. Одна контрольна свердловина закладається вище полігону за потоком ґрунтових вод, а одна-дві — нижче полігону. Свердловини проектуються на всю зону активного водообміну. Конструкція свердловин повинна забезпечувати захист підземних вод від випадкових забруднень, можливість водовідливу і відкачування, а також зручність відбирання проб води. Перелік показників, за якими проводяться аналізи, і періодичність відбирання проб обґрунтовують у проекті моніторингу полігонів ТПВ.

4.6. Експлуатація полігонів, рекультивация і використання ділянок закритих полігонів

4.6.1. Експлуатація полігону ТПВ

- Основні вимоги** при експлуатації полігонів зводяться до наступного:
- збіг технологічного процесу складування й знешкодження ТПВ;
 - захист навколишнього середовища та персоналу, який обслуговує машини і механізми, від шкідливого впливу відходів;
 - своєчасне прибирання робочої зони й всієї території полігону;

- утримання під'їзних доріг у належному стані.

Для виконання перерахованих вище вимог визначають перелік підготовчих і основних робіт, які необхідно виконувати при прийманні, похованні й знешкодженні відходів на полігоні.

Перелік підготовчих робіт:

- розрахунок площі добової карти складування відходів;
- розмітка площі добової карти на полігоні;
- установка репера для контролю висоти добового укладання відходів в ущільненому стані;

- розміщення покажчиків для напрямку руху сміттєвозного транспорту;

- контроль над станом тимчасових доріг;
- огороження добової карти переносними щитами;
- розрахунок добової кількості ізолюючого матеріалу;
- відведення території для складування інертних промислових відходів, придатних для проміжної ізоляції ТПВ;

- контроль над нагромадженням, збором, знешкодження фільтрату.

Площа добової карти складування відходів залежить від проектної висоти добового шару ущільнених відходів, коефіцієнту ущільнення відходів і циклу експлуатації карти. Зменшення площі карти скорочує витрату ізолюючого матеріалу для щоденного покриття ущільнених відходів. Особливо це має значення в літню пору при обмеженій кількості ізолюючого матеріалу й обов'язковому щоденному перекритті робочого шару відходів.

Для ізолюючого шару використовують супіщані й суглинкові ґрунти вологістю 30–40%, будівельне сміття, золу, шлаки, ошурки та ін. Запас матеріалу для створення ізолюючого шару на вдосконаленому полігоні передбачається для п'ятиразової ізоляції.

Машини, що привозять на полігон перераховані вище матеріали, варто розвантажувати в спеціально відведених місцях для наступного використання їх як ізолюючих шарів, прокладки трас доріг та ін.

Перелік основних робіт:

- перевірка (реєстрація) документів, що засвідчують склад і кількість відходів, що поступають на полігон;

- одержання направлення до місця розвантаження відходів;

- погодинне розвантаження, розрівнювання тонким рівномірним шаром висотою 0,2–0,3 м і ущільнення відходів на умовно розділеній навпіл добовій карті до досягнення розрахункової висоти добового робочого шару;

- регулярне змочування території полігону в теплу пору року водою для запобігання пилоутворення, виникнення пожеж і кращого ущільнення відходів;

- розробка ґрунту для ізоляції робочого шару відходів;

- підвіз і розвантаження ґрунту;
- розрівнювання ґрунту на добовій карті;
- мийка сміттевозного транспорту в літню пору й очищення його від примерзлих відходів узимку.

Кожний робочий шар висотою 2,25 м (з ізоляцією) рекомендується витримувати не менш одного року відкритим, тобто не засипати його наступним шаром. При цьому знижується газовиділення й утворюється менше фільтрату за рахунок біотермічного розкладання легкогниючих компонентів.

На полігонах варто ставити «маяки» — міцні стовпи, які дозволяють стежити за усадкою відходів. «Маяки» ставлять на відстані 100–150 м один від одного. На поверхню «маяків» наносять розподіли через 0,25 м по висоті з відліком від загального нуля.

Розвантаження сміттевозів здійснюється в глухих кутах тимчасових доріг. Ухил доріг по території полігону й ущільненій масі ізольованих відходів рекомендується приймати не більше 1:10.

Укладання відходів варто починати з найбільш віддалених від в'їзду ділянок. У період випадання дощів і мокрого снігу для складування відходів необхідно виділяти ділянки, які розташовані поблизу доріг із твердим покриттям.

Режим роботи полігону. Оскільки сміттевозний транспорт повинен експлуатуватися щодня, включаючи суботи й неділі (в 1,5 або 2 зміни), тривалість роботи полігонів повинна відповідати режиму роботи спеціалізованих автогосподарств; повинно бути забезпечене освітлення фронту роботи сміттевозного транспорту у вечірній час.

Контроль над експлуатацією полігону здійснюється організацією, у веденні якої перебуває полігон. Контролю підлягають:

- якість підготовки природної або штучної основи полігону й котловану для збору фільтрату;
- склад відходів, що доставляються на полігон;
- ступінь ущільнення й висоту робочого шару складованих відходів;
- своєчасність і якість облаштування проміжних ізолюючих шарів;
- своєчасність вживання заходів по запобіганню загоряння відходів і гасінню палаючих відходів;
- виконання прийнятих у проекті рішень по обробці фільтрату, відводу й переробку стоків від мийки сміттевозів і контейнерів;
- виконання прийнятих у проекті рішень по контролю над виходом газів;
- дотримання правил техніки безпеки й охорони праці, особистої гігієни й протипожежних заходів персоналом, який обслуговує полігон;
- якість миття, дезінфекції контейнерів і сміттевозів;
- якість використовуваної персоналом питної води.

За правильність експлуатації полігону несуть відповідальність начальник ділянки, майстер ділянки, бригадир, черговий. При цьому ведеться журнал прибуття машин і надходження відходів, відзначається в шляхових листах прийом відходів і ставиться штамп «контейнери вимиті» або «машина вимита», якщо операція здійснилася. Ведеться облік добових надходжень відходів відповідно до графіку експлуатації полігону; облік робіт зі збору й обробки фільтрату, який виділявся з товщини відходів, господарсько-побутових стічних вод і стоків від миття сміттевозів і контейнерів.

Основні дані про санітарно-технічний стан полігону і його основних механізмів відбивається в «Паспорті санітарно-технічного стану полігону», який щорічно уточнюється за станом на 1 січня наступного року.

Для нормальної круглорічної роботи до полігону повинні підходити гарні під'їзні дороги від загального міського під'їзду. При в'їзді на територію полігону водії сміттевозів здають шляховий аркуш і одержують направлення до місця вивантаження в залежності від графіку експлуатації полігону й виду відходів. Сміттевози прибувають до місця розвантаження по в'їзній магістральній дорозі, яка прокладена по раніше ущільненим відходам.

На шляху проходження сміттевозів устанавлюються покажчики.

Сміттевози, які прибули на полігон, розвантажуються на якомога меншій довжині фронту робіт.

Майданчик в місці розвантаження відходів повинен бути не менш 40–50 м² для одного автомобіля. При одночасній роботі декількох машин — не менш 20–25 м² додатково на кожну машину.

Якщо вивантаження відходів на полігоні роблять одночасно декілька сміттевозів, розвантажувальний фронт полігону поділяється на дві ділянки: на одній вивантажують і розрівнюють відходи, на іншу завозять і розрівнюють землю. Ділянки міняються щодня.

Після розвантаження на полігоні сміттевози перед поверненням у місто повинні: у теплу пору року — бути вимитими на спеціальних майданчиках, обладнаних відводом стоків у каналізаційну мережу; у зимовий період — на території полігону виділяється майданчик, на якому спецінвентарем здійснюється очищення контейнерів від примерзлих відходів.

Виробничо-побутові й інженерні споруди розташовуються на границі полігону поблизу під'їзних доріг на господарському дворі. На території господарського двору розташовуються: виробничо-побутовий корпус, крита стоянка для механізмів, склади паливно-мастильних та інших матеріалів, конструкції елементів тимчасових доріг, протипожежний резервуар та інші об'єкти, у тому числі майстерня з ремонту й фарбуванню контейнерів сміттевозів.

У виробничо-побутовому корпусі передбачено наступні приміщення: кімната для сторожової охорони, роздягальня, приміщення для просушу-

вання спецодягу обслуговуючого персоналу полігону, місце для зберігання запасного комплекту спецодягу, кімната для прийому їжі, кімната відпочинку робітників полігону, кімната для оформлення документів, душева, санвузол, котельня.

Територія господарського двору повинна бути обгороджена парканом висотою 1,8 м.

Поблизу виїзної дороги асфальтується майданчик для мийки контейнерів і сміттєвозів. Напір води в мийних пунктах — не менш 30 мм водяного стовпа з метою забезпечення змиву налиплих відходів із внутрішньої поверхні контейнерів.

Машини й механізми, які застосовуються на полігоні. Трудомісткі роботи на полігоні (розрівнювання й ущільнення відходів, доставка ґрунту для ізоляції та ін.) повинні бути механізовані. На полігоні застосовуються універсальні машини, які можуть виконувати декілька технологічних операцій: рити й переміщувати землю, розрівнювати й ущільнювати відходи, переміщувати й укладати залізобетонні елементи тимчасових доріг та ін.

Полігон має постійне устаткування: екскаватори, бульдозери, машини для підвезення ґрунту, поливально-мийні машини.

Ґрунт, який укладається в кавальєри й може бути використаний надалі для будівництва ізоляційних шарів, а також використаний безпосередньо для укладання в засипану відходами карту, доставляється самоскидами.

Поливально-мийні машини використовуються для догляду за дорогами й для поливання складованих відходів з метою профілактики від пожежі.

Основні технологічні операції при експлуатації полігонів. На рис. 4.9 наведені основні технологічні операції, які забезпечують вимоги охорони навколишнього середовища.

Контроль за забрудненням ґрунтових вод здійснюється за допомогою відбору проб з контрольних колодязів, свердловин, розміщених по периметру полігону. Майстер полігону не менше одного разу в декаду проводить огляд санітарно-житлової зони і організує її очистку.

На території полігону забороняється спалення ТПВ. Регулярно очищають насипні канали, забруднення від яких можуть потрапити в поверхневі води. На полігонах забороняється використання для дезінфекції металевих контейнерів хлор-активних речовин та їх розчинів. Стічні води від мийки контейнерів потрапляють на поверхню покриття проміжної ізоляції робочих карт полігону для їх випаровування після попереднього освітлення в брудовідстійнику. На мийку одного контейнера використовують не більше 60 л води. На виїзді з полігону розташовують контрольньо-дезінфекційну зону для дезінфекції коліс сміттєвозів 3%-ним розчином лізолу.

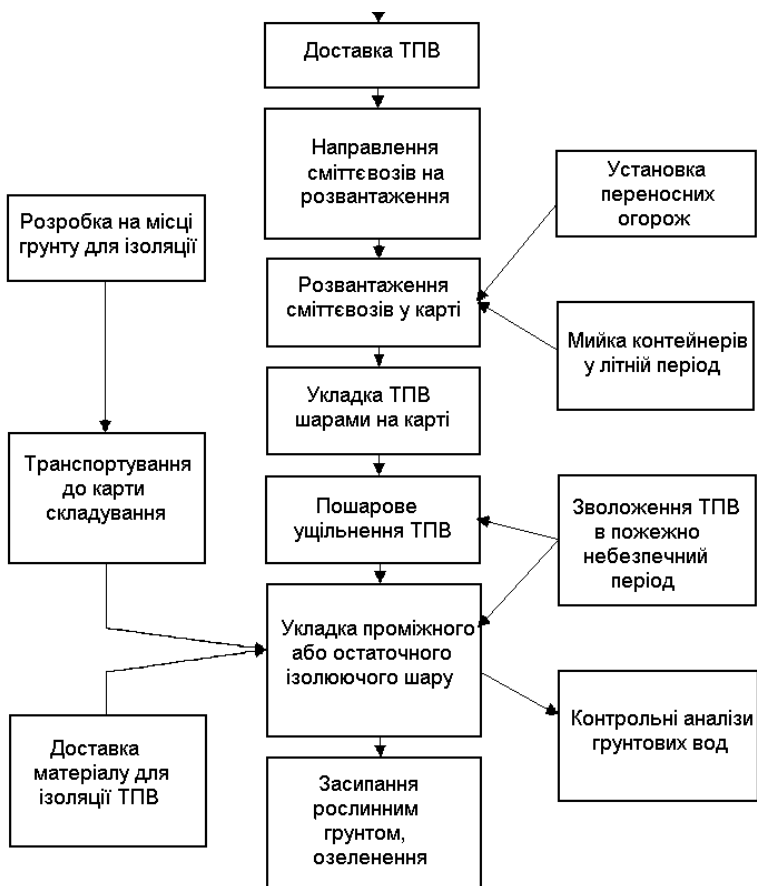


Рис. 4.9. Основні технологічні операції при експлуатації полігонів

Склад і чисельність персоналу полігону. На полігон відходи доставляють транспортом спецавтогосподарства та відомчими автомобілями. В окремих випадках на полігоні проводять поховання слаботоксичних промислових відходів, що зумовлює необхідність вибіркового лабораторного контролю відходів і організації зберігання в лабораторії зразків деяких відходів. У цьому випадку в штат полігону включають посади інженера-хіміка і лаборанта. Приклад штату полігону та його чисельності наведено у табл. 4.9.

Приклад штату полігона ТПВ та його чисельності

Штатні посади	Чисельність персоналу в залежності від кількості відходів, що приймаються, тис. м ³ /рік								
	менш 25	25– 60	61– 120	130– 240	250– 360	370– 500	510– 800	810– 1500	1501– 3000
Начальник цеху	–	–	–	–	–	1	1	1	1
Старший майстер	–	–	–	1	1	–	–	–	–
Майстер	1	1	1	1	2	2	3	4	4
Диспетчер	–	–	–	–	1	2	2–3	3–4	3–4
Інженер-хімік	–	–	–	–	–	–	1	1	1
Лаборант	–	–	–	–	1	1	2	2	2
Машиніст бульдозера	–	–	–	–	–	73	82	–	–
Машиніст катка-ущільнювача	1	2	2–3	3–5	5–6	1–2	2–4	–	–
Машиніст скрепера	–	–	–	2	2	3	2–3	–	–
Електрослюсар	–	–	–	1	1	1	1	1	2
Машиніст НС		2	3						
Робітники	1	2	3	4	5	6	7–8	7–8	7–10
Сторожова охорона	4	4	4	4	4	4	4	4	4

4.6.2. Рекультивация і використання ділянок закритих полігонів

В ущільненому шарі ТПВ відбуваються мікробіологічні процеси мінералізації і знешкодження, в першу чергу, органічних речовин. За рахунок біотермічних процесів температура в товщі ТПВ поступово піднімається і перевищує 30°C. В цей період відбувається інтенсивне виділення газів і зниження вологості. Тому посадки дерев та кущів на рекультивованому полігоні протягом перших трьох-п'яти років необхідно поливати. Використовувати полігон допускається через рік після закриття. Тільки впродовж 15-20 років під ізолюючим шаром ґрунту органічні речовини набувають властивостей культурного шару товщиною 1–2 м. Повний розпад ТПВ відбувається по всій глибині через 50–100 років.

При рекультиватії ділянок полігону, **основним заходом** є створення ізолюючого шару ґрунту. Для цього нижній шар до 50% допускається робити з попелу, шлаку ТЕЦ і котельних.

В період рекультиватії виконують збір, очищення і утилізацію біогазу, як енергетичного палива. Для цього створюють систему шахт, свердловин і колекторів.

Закриті полігони допускається використовувати під лісосмуги, стадіони, спортмайданчики, луки, рілля, городи, фруктові насадження, відкриті склади палива і будматеріалів, відкриті автостоянки, виходячи із даних табл. 4.10.

Таблиця 4.10

Характеристика ізолюючого шару при рекультивациі полігону

Види використання ділянки закритого полігону ТПВ	Шар ізолюючого ґрунту, см	Період між закриттям ділянок полігону і новим використанням, років	Особливі умови
Лісопосадки (береза, тополя, клен)	25	1	Полив посадок перші 3 роки
Зони відпочинку, лижні гірки	60	1	-
Стадіони, спортивні майданчики і автостоянки без дренажу і підземних комунікацій	100	3	-
Луки і рілля при дрібному оранні	40	1	Полив посадок у засушливі періоди верхні 20 см ізоляції — культурний шар
При глибокому оранні або глибині коренеплодів до 40 см	60	1	-
Городні культури: - овочі, - ягоди, - фруктові сади	60 100 60	15 15 15	- - Відсутність у верхньому шарі ТПВ великогабаритних ПВ
Відкриті склади палива, будматеріалів і тари харчового призначення	150	3	Ущільнення ТПВ не менше 750 кг/м ³

4.7. Оцінка впливу полігону ТПВ на навколишнє середовище

Оцінка впливу полігону ТПВ на навколишнє середовище проводиться відповідно до вимог сучасної нормативної бази: ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при

проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд», та Наказу Міністерства з питань житлово-комунального господарства від 2 жовтня 2008 року № 295 «Про затвердження Методичних рекомендацій по впровадженню системи моніторингу у сфері поводження з твердими побутовими відходами». Основними завданнями ОБНС є: загальна характеристика існуючого стану території полігону, розгляд і оцінка екологічних, соціальних і техногенних факторів, санітарно-епідемічної ситуації, визначення переліку можливих екологічно небезпечних впливів на навколишнє середовище, визначення масштабів та рівнів впливів діяльності на навколишнє середовище; прогноз змін стану навколишнього середовища відповідно до переліку впливів; визначення комплексу заходів щодо попередження або обмеження небезпечних впливів діяльності на навколишнє середовище, необхідних для дотримання вимог природоохоронного та санітарного законодавств та інших законодавчих та нормативних документів, які стосуються безпеки навколишнього середовища; визначення прийнятності очікуваних залишкових впливів на навколишнє середовище, які можуть бути за умови реалізації всіх передбачених заходів.

Таким чином, полігони ТПВ повинні забезпечувати охорону навколишнього середовища за шістьма показниками шкідливості: органолептичному, загальносанітарному, фітоаккумуляційному, міграційно-водному, міграційно-повітряному і санітарно-токсикологічному.

Органолептичні показники шкідливості характеризують зміну запаху, смаку і харчової цінності рослин, запаху атмосферного повітря, смаку, кольору і запаху ґрунтових і поверхневих вод.

Загальносанітарний показник відбиває в процесі зміни біологічної активності та показників самоочищення ґрунту прилеглих ділянок.

Фітоаккумуляційний (транслокаційний) показник характеризує процес міграції хімічних речовин з ґрунту ближніх ділянок і територій рекультивованих полігонів у культурні рослини, які використовуються як продукт живлення і фуражу.

Міграційно-водний показник шкідливості відбиває процес міграції хімічних речовин фільтрату ТПВ в поверхневі і підземні води.

Міграційно-повітряний показник відтворює процеси надходження викидів в атмосферне повітря.

Санітарно-токсикологічний показник сумарно характеризує ефект впливу чинників у комплексі.

Оцінка впливу забруднюючих речовин фільтрату ТПВ на водні об'єкти. Основним фактором впливу полігонів ТПВ на навколишнє середовище є фільтрат. Фільтрат — це стічні води, що виникають в результаті інфільтрації атмосферних опадів у тіло полігону, а також при зволоженні від надходження оборотної води після миття контейнерів. Проникнення фільтрату до ґрунту та ґрунтових вод може призвести до значного забруд-

нення навколишнього середовища не лише органічними та неорганічними сполуками, а ще й яйцями гельмінтів та патогенними мікроорганізмами. Які концентруються в його підшві. Це складна по хімічному складу рідина з яскраво вираженим неприємним запахом біогазу. Фільтрат, після проходження через товщу відходів, збагачується токсичними речовинами, що входять до складу відходів, або є продуктами їх розкладання (важкими металами, органічними, неорганічними сполуками). На звалищах, споруджених без дотримання правил охорони навколишнього середовища (не мають протифільтраційного екрану, системи відводу та очищення фільтрату), фільтрат вільно стікає по рельєфу, попадає до ґрунту, ґрунтових та підземних вод.

Для захисту довколишнього середовища на полігонах передбачається безстічна схема використання води, що представлена на рис. 4.10.

За даними Петербурзького науково-дослідного центру екологічної безпеки РАН (табл. 4.11) [7] фільтрат містить близько 60 найменувань високомолекулярних екологічних забруднень, які утворюються внаслідок мікробіологічного окислення харчових відходів і безпосереднього вилучення їх водою із маси ТПВ. В табл. 4.11 наведені склад і концентрація деяких забруднень, для яких виконують облік валового скиду речовин.

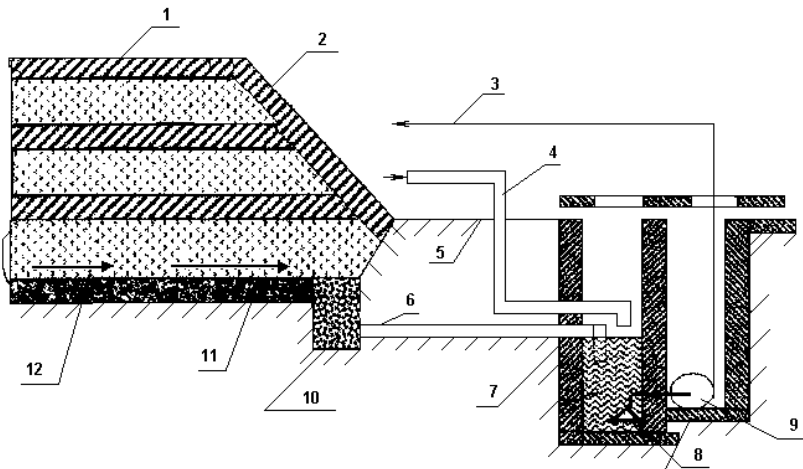


Рис. 4.10. Схема збору дренажних вод та вод від мийки контейнерів:
 1 — проміжна ізоляція, 2 — схил, 3 — напірний трубопровід, 4 — трубопровід стічних вод від мийки контейнерів, 5 — водонепроникний вал, 6 — трубопровід дренажних вод, 7 — колодязь для прийому дренажних вод, 8 — всмоктуючий патрубок, 9 — насос, 10 — дренажна канава, 11 — водонепроникна основа полігону, 12 — напрямок руху дренажних вод

Склад та концентрація органічних забруднень в фільтраті полігону ТПВ

№ з/п	Найменування забруднюючої речовини	Концентрація, мг/дм ³	ГДК в воді, мг/дм ³
1	Циклоксанова (циклогексан-карболова) кислота	896	0,2
2	Метилбензоатна кислота	600	-
3	Диметилбензоатна кислота	520	-
4	Валеріанова (пентанова) кислота	344	0,1
5	Оцтова кислота	320	0,01
6	Бензойна кислота	240	-
7	Метилбутанова (ізовалеріанова) кислота	128	-
8	Пропіонова (пропанова) кислота	120	-
9	Фенол (карболова) кислота	96	0,001
10	Саліцилова (2-гідроксibenзойна) кислота	28	-
13	Метилкапронова кислота	20	-
12	Енантова (гектанова) кислота	20	-
13	Дібутиловий ефір	18	-
14	Пальмітинова (гексалеканова) кислота	16,4	-
15	Хлориди	2300	350
16	Сульфати	до 50	500
17	Нітрати	300	-
18	Амонійний азот	1400	-
19	БСК	500	3,0
20	ХСК	3700	-

Загальні витрати води $Q_{заг}$ (м³/рік) на зволоження ТПВ можна визначити за формулою:

$$Q_{заг} = \frac{q_n \cdot Q_{доб} \cdot T_3}{1000} = 1,2 \cdot Q_{доб} \quad (4.13)$$

де q_n — витрати води на 1 м³ ТПВ, л/м³;
 $Q_{доб}$ — добовий обсяг відходів підлеглих зволоженню, м³/добу;
 T_3 — кількість діб за рік, коли відбувається зволоження.

Витрати води $Q_{конт}$ (м³/рік) на миття контейнерів визначають за формулою:

$$Q_{конт} = q_n \cdot n \cdot T_M \quad (4.14)$$

де q_n — питомі витрати води на миття одного контейнеру, м³;
 n — кількість контейнерів, що миються за добу;
 T_M — кількість діб за рік, коли відбувається мийка.

Валовий скид забруднюючих речовин Р (т/рік), наведених в табл. 4.12, можна визначити за формулою:

$$P = \frac{C \cdot Q_M}{1 \cdot 10^6} \quad (4.15)$$

де С — концентрація забруднюючої речовини, мг/дм³ (г/м³);
Q_М — витрати стічних вод від мийки контейнерів, м³/рік.

Система збирання і знезараження фільтрату. При проектуванні полігону ТПВ слід передбачати заходи, спрямовані на зменшення кількості фільтрату: тимчасові протифільтраційні завіси, дамби, а також передбачати такі схеми складування ТПВ, при яких забезпечується мінімальне надходження води з незаповненої площі карт ТПВ. Для відведення фільтрату використовують труби, поверхня яких на 2/3 має бути перфорованою або мати прорізи. Діаметр труб має бути не менше 300 мм. Труби слід укладати на поверхні гідроізолюючого шару так, щоб фільтрат відводився зі всієї основи полігону ТПВ. Несуча здатність труб повинна визначатися спеціальним розрахунком. Розрахунок дренажної системи повинен проводитися згідно зі СНиП 2.01.28. Дренажна система повинна бути запроектована так, щоб забезпечити можливість контролю та промивання її під час експлуатації.

Фільтрат, який утворюється на полігоні, збирається в контрольні ставки, а потім направляється на очистку. До стадії очистки фільтрату має бути передбачена його груба сепарація, седиментація, розподіл фаз. Метод чи спосіб очистки та знешкодження фільтрату визначається на основі проведення попереднього аналізу його властивостей.

Слід перевіряти токсичність осадів, які утворюються в процесі очищення фільтрату. Якщо клас токсичності не вище ІІІ, осади можна захоронювати на полігоні ТПВ, при вищому класі токсичності осади слід вивозити та захоронювати на полігоні токсичних відходів.

Скидання фільтрату у міську водовідвідну мережу допускається тільки у випадку, коли об'єм і склад фільтрату відповідають вимогам «Правил приймання стічних вод підприємств в комунальні та відомчі системи каналізації міст і селищ України» за погодженням з місцевими установами санітарно-епідеміологічної служби.

Система збирання та видалення фільтрату повинна функціонувати від початку роботи полігону ТПВ, а також після його закриття.

Оцінка впливу викидів забруднень в атмосферу від полігону складування ТПВ. В процесі мікробіологічного розкладу ТПВ відбувається інтенсивне виділення біогазу за перші 5–7 років, потім поступово знижується і протягом 20–30 років стабілізується. Якщо проект передбачає утилізацію

біогазу з метою зниження антропогенного тиску на навколишнє середовище і економії енергетичних ресурсів, то на полігоні повинні забезпечуватися оптимальні умови для мінералізації і обеззараження ТПВ.

Найбільш оптимальними умовами для виділення біогазу є: вологість — 50–60%, температура в товщі ТПВ — 40–45°C, рН — 6–8. Збільшення вологості небажане, тому що це може привести до інтенсивного вилуговування в фільтрат забруднюючих речовин, зниження доступу кисню, що значно знизить енергетичну цінність біогазу і приведе до зменшення його кількості.

При оптимальних умовах за 100 років виробляється біля 200–400 м³ біогазу з 1 т ТПВ, в тому числі за перші 10 років — більше 50%. Практично в систему утилізації може надходити 50% газу, що утворився. Біогаз містить (% об.): метан — 57,2–65,1, CO₂ — 30,8–32,7; H₂ — 0,6–2,6; H₂S — 0,2–0,6; N₂ — 1,5–2,0; C_nH_m — 1,1–1,4 та інші сполуки зі стійкими специфічними запахами.

Біогаз являється цінним енергетичним ресурсом і після збору та очистки може використовуватись як паливо замість мазуту чи природного газу.

Так, 1 м³ біогазу еквівалентний по теплу 0,5 л мазуту або 0,3 м³ природного газу.

Визначення кількості біогазу і еквівалентних по теплу енергоносіїв

Обчислюють кількість біогазу $O_{бг}$ (м³), яка може надходити для утилізації, виходячи з річного накопичення ТПВ, за формулою:

$$Q_{бг} = \frac{0,5 \cdot Q_p \cdot p \cdot q_{бг}}{1000} \quad (4.16)$$

де Q_p — річна кількість ТПВ, що підлягає вивезенню на полігон, м³;

p — щільність ТПВ, кг/м³;

$q_{бг}$ — питома норма надходження біогазу в процесі розщеплення ТПВ, м³/т.

В випадку, коли вже відома величина накопичення ТПВ в населеному пункті, то формула (4.16) буде мати вигляд:

$$Q_{бг} = 0,5 \cdot \Pi_p \cdot q_{бг}$$

де Π_p — річне накопичування ТПВ від житлових будинків населеного пункту, та об'єктів спеціально призначення, т;

Отримане значення $Q_{ог}$ використовують для розрахунку еквівалентних за теплом кількостей мазуту і природного газу, які можна економити в разі утилізації біогазу.

Для фінансової оцінки ефективності утилізації біогазу необхідно виходити з економії еквівалентної кількості мазуту і природного газу.

4.8. Розробка і обґрунтування типу конструкцій санітарно-захисних смуг (СЗС)

Після закриття полігону ТПВ у відповідності до нормативних документів розробляють рекомендації, які звичайно могли б використовуватись при розробці містобудівної проектної документації.

Передусім рекомендації слід підкріпити розрахунком екологічних функцій СЗС шляхом створення цілісної, територіально-непреривної системи підвищення якості міського середовища за допомогою зелених насаджень. На приміській території, де знаходиться полігон ТПВ, температура повітря на кілька градусів нижча, ніж у місті. Температурний перепад сприяє дифузії приземного повітряного шару в напрямку міста. Тому підбір різноманітних порід дерев і кущів для формування СЗС повинен проводитися з метою повного очищення біогазу від токсичних компонентів на приміській території і надходження в місто збагаченого киснем і фітонцидами повітря. Перелік порід дерев та кущів, що використовують для покращення санітарно-гігієнічних характеристик міста наведено в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12

Породи дерев та кущів, які використовують для покращення санітарно-гігієнічних характеристик міста

№ з/п	Породи дерев та кущів	Підвищують рівень іонізації повітря	Найбільш газостійкі породи	Газопоглинаючі властивості, мг/100 г сухої маси
1	2	3	4	5
1	Акація біла	+	-	-
2	Акація жовта	-	+	-
3	Береза бородавчата	-	+	69,5
4	Береза пушиста	-	-	81,5
5	Бузина червона	-	-	-
6	В'яз гладкий	-	+	59,5
7	Дерен білий	-	+	-
8	Дуб черешчатий	+	+	-
9	Смерека колоча	-	+	14,5

1	2	3	4	5
10	Смерека звичайна	+	-	-
11	Жимолость татарська	-	-	-
12	Верба біла (срібляста)	+	+	79,5
13	Верба козяча	+	-	77,0
14	Клени			
	- сріблястий	+	+	
	- гостролистий	-	+	34,0
	- татарський	-	+	24,5
15	Калина звичайна	-	+	-
16	Липа	-		
	- дрібнолисна	-	-	74,0
17	Лохи			
	- сріблястий	-	+	-
	- вузьколистий	-	+	58
18	Ялівець козацький	+	-	
19	Осина	-	+	57,5
20	Троянда зморшчата	-	+	-
21	Горобина звичайна	+	+	-
22	Бузок	-		
	- угорський	+	+	49,5
	- звичайний	-	-	68,0
23	Смородина золотиста	+	+	-
24	Сосни			
	- кримська	+	-	-
	- звичайна	+	-	10,5
25	Тополі			
	- бальзамична	-	+	64,0
	- берлінська	-	+	-
	- канадська	-	+	81,0
	- пірамідальна	+	-	-
	- чорна	+	-	32,5
26	Туя західна	+	-	9,5
27	Черемха звичайна	-	+	72,0
28	Чубушник венечний	-	+	-
29	Яблуна сибірська	-	-	80,5
30	Ясен	-	+	80

СЗС доцільно створювати із змішаних порід дерев — хвойних широколистяних, газопоглинаючих і газостійких.

Найвигідніше видове співіснування з урахуванням естетичної привабливості СЗС можна визначити за даними табл. 4.13.

Таблиця 4.13

Можливість міжвидового співіснування дерев та кущів при створенні санітарно-захисної зони

Дерево, кущ	Співіснування	
	Неможливе	Можливе
Акація жовта	Черемха звичайна	Сосна звичайна, тополя бальзамічна
Береза бородавчата	Дуб, бук, сосна і смерека у віці 20–30 років	Липа, клен гостролистий, горобина звичайна
Бузина червона	Сосна звичайна, тополя бальзамічна	Немає даних
Дуб черешчатий	Акація біла, береза, бузина червона, клен татарський, осина, сосна, ясен	Акація біла, береза, бузина червона, клен татарський, осина, сосна, ясен
Смерека звичайна	Дуб, клен татарський, бузок звичайний, тополя канадська	Ліщина, горобина
Верба срібляста Клен татарський Клен ясенелистий Сосна звичайна	Акація біла Дерен, дуб Сосна, ясен зелений Акація біла, бузина, в'яз, клен ясенелистий, осина, тополя канадська, черемха звичайна Бузина червона	Немає даних Дерен, дуб Дерен білий Дерен червоний, липа гостролистяна, клен гостролистий, дуб черешчатий
Тополя бальзамічна Тополя канадська	Смерека звичайна Акація жовта Дуб черешчатий	Акація жовта Бузина червона, клен татарський
Черемха звичайна Ясен звичайний		Немає даних Немає даних

Для покращення санітарно-гігієнічних функцій і підвищення екологічної стійкості СЗС, в рекомендаціях слід відобразити можливість створення ніш для розвитку чи відновлення популяцій фауни і флори, характерних для даної природної зони.

Обґрунтувати розрахунки розмірів площадок СЗЗ з урахуванням якісного складу зелених насаджень у зв'язку з відсутністю нормативних даних неможливо. Проте попередні розрахунки для зіставлення з даними ДБН 360–92 можна виконати за приведеними нижче характеристиками:

Відомо що 1 га зелених насаджень поглинає вуглекислого газу в середньому 192 кг/добу, на протязі річної вегетації з 1 м² поверхні листяної

пластинки виділяється така кількість кисню, кг: бузок — 1,1; осина — 1,0; граб — 0,9; липа — 0,89; липа дрібнолистяна 0,47; дуб — 0,85; сосна — 0,81; клен — 0,62; ліщина — 0,59; бук — 0,55.

Двадцятирічні соснові насадження площею 1 га поглинають щорічно 9,35 т вуглекислого газу і виділяють 7,25 т кисню.

Звичайно, кисень що виділився, частково піде на окислення деяких компонентів біогазу — вуглеводнів, сірководню та ін.

Типи конструкцій захисних смуг наведені на рис. 4.11.

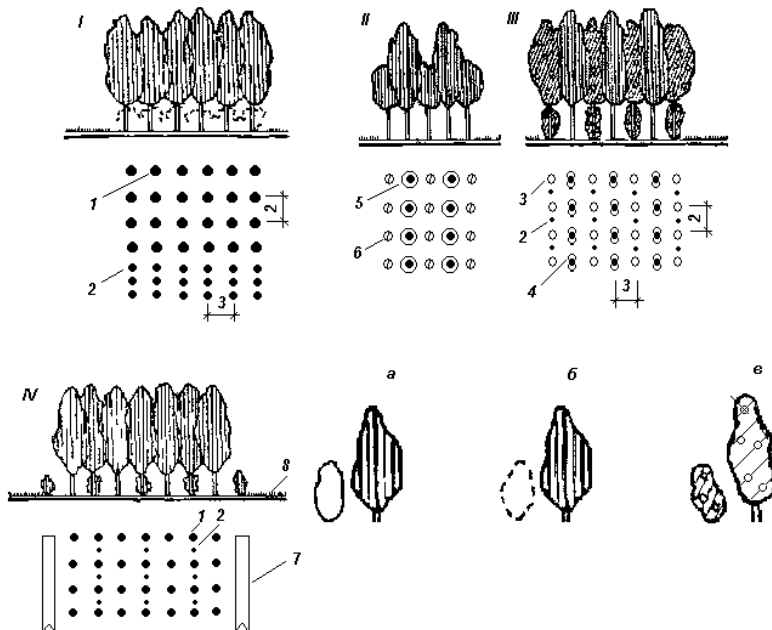


Рис. 4.11. Типи конструкцій захисних смуг:

- 1 — тополя канадська; 2 — бирючина звичайна; 3 — гледичія трьохколючкова;
 4 — айлант; 5 — шовковиця біла; 6 — софора японська; 7 — лох вузьколистий
 або ялівець; 8 — газон; а — дерева й кущі з щільною кроною;
 б — те ж з кроною середньої щільності; в — те ж з ажурною кроною

Теоретичний матеріал та розрахунки, наведені в розділі 4 можуть бути використані студентами при виконанні курсового та дипломного проектів.

Питання для самоконтролю

- 1) Як проводять обробку та утилізацію твердих побутових відходів та забруднень на спеціалізованих полігонах?
- 2) Що таке високонавантажені полігони?
- 3) Яким чином проводиться розрахунок полігонів?
- 4) Які існують правила експлуатації полігонів?
- 5) Як розраховують накопичення ТПВ?
- 6) Яким чином вибирають ділянки під полігон.
- 7) Як розраховують та організовують системи збору і видалення ТПВ?
- 8) Що таке рекультивация і як використовують ділянки закритих полігонів?
- 9) Як впливає полігон для складування ТПВ на навколишнє середовище?
- 10) За яким принципом розробляють і обґрунтовують типи конструкцій захисних смуг?

Бібліографічний список

Основна використана література

1. *Супруненко О.М.* Сміттєва ера: від світання до смеркання // Дзеркало тижня. — № 34 (358). — 1–7 вересня 2001 р.
2. ДБН В.2.4-2-2005 Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування / Офіційне видання Держбуд України. — К., 2005. — 50 с.
3. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» №379/1404 (z0379-96), затверджено МОЗ України від 19.06.1996 р. // База даних «Законодавство України»/ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96> (дата звернення: 22.06.2017)
4. *Руденко Б.Н.* Цена цивилизации // Наука и жизнь. — №7. — 2004. — С. 32.
5. ДБН А.2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд // ДНАОП Законодавча база. URL: https://dnaop.com/html/29828/doc-%D0%94%D0%91%D0%9D_%D0%90.2.2-1-2003 (дата звернення: 22.06.2017)
6. ДСанПіН 2.2.7.029-99. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення / Також доступний у PDF: <http://www.mcl.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/09/%D0%94%D0%A1%D0%B0%D0%BD%D0%9F%D1%96%D0%9D-2.2.7.029-99.pdf> (дата звернення: 22.06.2017)
7. *Шубов Л.Я., Ставровський М.Е., Шехирев Д.В.* Технологіє охотохов (Технологієске процессы в сервисе) : учебник. — М.: ГОУВПО «МГУС», 2006. — 410 с.
8. Проекти наказів Мінжитлокомунгоспу: Проект СОУ ЖКГ «Побутові відходи. Біогаз полігонів побутових відходів, що використовується у когенераційних установках». URL: <http://kzref.org/pro-zatverdjenjnya-sou-jkg-pobutovi-vidhodi-biogaz-poligoniv-po.html> (дата звернення: 22.06.2017)

9. Методичні вказівки до виконання практичних завдань і курсової роботи з курсів «Екологія міських систем» і «Урбоекологія» для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 6.070800 та 7.070801 / Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна. — Х.: 2001. — 28 с.

Література, рекомендована для поглибленого вивчення курсу

10. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посібник / 5-те вид. — К.: Знання, 2007. — 422 с.
11. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02. 94 №4004-ХІІ // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12> (дата звернення: 22.06.2017)
12. СНиП 2.06.01-86. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования / Доступний в PDF: <https://meganom.ru/Data2/1/4294854/4294854725.pdf> (дата звернення: 22.06.2017)
13. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень ДБН 360-92 / Державні будівельні норми України. URL: http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802 (дата звернення: 22.06.2017)
14. Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.01.06 №5»Про затвердження Рекомендацій з удосконалення експлуатації діючих полігонів та звалищ твердих побутових відходів» // База даних «Закони України» / Інформаційно-правовий портал. URL: http://www.uazakon.com/documents/date_6a/pg_gecvxy.htm (дата звернення: 22.06.2017)
15. СНиП 2.01.28-85. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию / Доступно у PDF: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4294853/4294853739.pdf> (дата звернення: 22.06.2017)
16. *Середа Т.Г.* Наукоемкие технологии в проектировании искусственных экосистем хранения отходов. — Пермь, 2006. — 292 с.
17. ДСТУ 3910-99. Охорона природи. Поводження з відходами. Класифікація відходів за генетичним принципом і віднесення їх до класифікаційних категорій // Сборник подзаконных актов к закону «Про метрологию и метрологическую деятельность» URL: <http://metrology.com.ua/download/dstu-gost-gost-r/60-dstu/542-dstu-3910-99> (дата звернення: 22.06.2017)
18. ДСТУ 3911-99(ГОСТ 17.9.0.1-99). Охорона природи. Поводження з відходами. Виявлення відходів і подання інформаційних даних про відходи // Сборник подзаконных актов к закону «Про метрологию и метрологическую деятельность» URL: <http://metrology.com.ua/download/dstu-gost-gost-r/60-dstu/541-dstu-3911-99> (дата звернення: 22.06.2017)
19. ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення» / Доступно у PDF: <http://www.mcl.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/09/%D0%94%D0%A1%D0%B0%D0%BD%D0%9F%D1%96%D0%9D-2.2.7.029-99.pdf> (дата звернення: 22.06.2017)

20. Постанова Кабінету Міністрів України №1070 від 10.12.08 «Про затвердження Правил надання послуг з вивезення побутових відходів» // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1070-2008-%D0%BF> (дата звернення: 22.06.2017)
21. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України №13 від 07.07.08 «Про затвердження Методичних рекомендацій з прибирання території об'єктів благоустрою населених пунктів» // База даних «Закони України» / Главный правовой портал Украины. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN40235.html (дата звернення: 22.06.2017)
22. Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України №407 від 11.12.06 «Про затвердження Правил з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації твердих побутових відходів» // База даних «Закони України» / Главный правовой портал Украины. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN26445.html (дата звернення: 22.06.2017)

5. ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ ТА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ВИРОБНИЦТВА ТА СПОЖИВАННЯ

5.1. Основні напрями державної політики щодо відходів

Вітчизняне законодавство визначає *відходи* як будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення. У виробничому процесі відходи можуть бути у вигляді не використаних матеріальних цінностей, безповоротних відходів або у вигляді неминучих технологічних втрат. Під *неминучими технологічними втратами* слід розуміти безповоротні втрати виробничих речовин, обумовлених специфікою технології (випарювання, усушка, розпилення, вигар тощо). Поняття «відходи» тісно пов'язано з поняттям «вторинні матеріальні ресурси». Таким чином, відходи є складовою вторинних матеріальних ресурсів в тій частині, яка може бути використана. *Відходи як вторинна сировина* відповідно до положень Закону України «Про відходи» представляють собою ту частину відходів, для утилізації та переробки яких в Україні існують відповідні технології та виробничо-технологічні або економічні передумови [1]. Практичний досвід підтверджує, що всі відходи можна розглядати як зворотні, тобто такі, що мають певну цінність. Крім того, розвиток науково-технічного прогресу сприяє все більшому використанню різних відходів. І те, що вчора вважалося відходами, завтра може стати цінним матеріалом. Навіть сьогодні більшість безповоротних відходів не використовуються підприємствами лише у зв'язку з технологічною або економічною недоцільністю.

У зв'язку з цим, суб'єкти господарської діяльності у сфері поводження з відходами зобов'язані на основі матеріально-сировинних балансів виробництва виявляти і вести первинний поточний облік кількості, типу і складу відходів, які утворюються, збираються, перевозяться, зберігаються, обробляються, утилізуються, знешкоджуються та видаляються, і подавати щодо них статистичну звітність у встановленому порядку. По відношенню до відходів повинна вестись планомірна повсякденна і всеохоплююча політика як на рівні держави так і на рівні кожного підприємства. Основним завданням є забезпечення мінімального утворення відходів, розширення їх

використання у господарській діяльності, запобігання шкідливому впливу відходів на природу та здоров'я людини [2].

До основних напрямів державної політики щодо відходів належить:

- забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів;

- сприяння максимально можливій утилізації відходів шляхом прямого повторного чи альтернативного використання ресурсно-цінних відходів;

- забезпечення безпечного видалення відходів, які не підлягають утилізації, шляхом розроблення відповідних технологій, екологічно безпечних методів та засобів поводження з відходами;

- організація контролю за місцями чи об'єктами розміщення відходів для запобігання шкідливому впливу їх на навколишнє природне середовище та здоров'я людини;

- здійснення комплексу науково-технічних та маркетингових досліджень для виявлення та визначення ресурсної цінності відходів з метою їх ефективного використання;

- сприяння створенню об'єктів поводження з відходами;

- забезпечення соціального захисту працівників, зайнятих у сфері поводження з відходами.

Суб'єкти господарської діяльності відповідно до чинного законодавства у сфері поводження з відходами зобов'язані запобігати утворенню відходів та зменшувати обсяги їх утворення, виявляти і забезпечувати повне збирання, належне зберігання та недопущення знищення і псування відходів, для утилізації яких в Україні існує відповідна технологія, що відповідає вимогам екологічної безпеки. Крім того, суб'єкти господарської діяльності повинні визначати склад і властивості відходів, що утворюються, а також за погодженням із спеціально уповноваженими органами виконавчої влади у сфері поводження з відходами визначати ступінь їх небезпечності для природи та людства, вести кількісний і якісний облік відходів і подавати щодо них статистичну звітність у встановленому порядку. Підприємство повинно самостійно визначати та подавати відомості про подальше поводження з відходами за місцем надходження, зокрема зазначити: утилізацію, переробку, знешкодження, тимчасове зберігання, транспортування, захоронення, спалення чи компостування (рис. 5.1).

З метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про об'єкти утворення, оброблення та утилізації відходів ведеться їх *реєстр*, в якому визначаються номенклатура, обсяги утворення, кількісні та якісні характеристики відходів, інформація про поводження з ними та заходи щодо зменшення обсягів утворення відходів і рівня їх небезпеки. Реєстр ведеться на підставі звітних даних виробників відходів, відомостей спеціально уповноважених органів виконавчої влади у сфері пово-

дження з відходами. Порядок ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів визначається Кабінетом Міністрів України.



Рис. 5.1. Напрямки використання відходів

Якщо технологія утилізації відходів відповідає чинним нормативним документам і пройшла екологічну експертизу, відходи не підлягають подальшому обов'язковому державному обліку і паспортизації, за винятком випадків, зазначених у нормативних документах щодо поводження з окремими видами відходів. Ці обсяги відходів надалі контролюються тільки за документами бухгалтерського обліку підприємства, а також за документами про виконання укладених ним у щодо утилізації відходів

В обов'язки суб'єктів господарської діяльності у сфері поводження з відходами, що утворюються, відповідно до ст.17 Закону України «Про відходи» [1] входить визначення (крім складу і властивостей відходів), за погодженням із спеціально уповноваженими органами виконавчої влади у сфері поводження з відходами, ступеню їх небезпечності для навколишнього природного середовища та здоров'я людини. Категорія небезпеки визначається за чинними нормативними документами, технічною документацією підприємства або за наказом про ведення первинного обліку та зазначається у формі 1-ВТ (Закон України «Про відходи», ст.17, Інструкція щодо заповнення ф.1-ВТ, п.2.3 Порядок ведення державного обліку та паспортизації відходів). Клас небезпеки відповідно до чинних нормативних документів визначається для конкретного відходу.

5.2. Державне управління у сфері поводження з відходами

Державне управління у сфері поводження з відходами здійснюють Кабінет Міністрів України, відповідні органи місцевих державних адміністрацій та місцевого самоврядування, а також спеціально уповноважені органи виконавчої влади у сфері поводження з відходами. До останніх належать Міністерство охорони навколишнього природного середовища, Державна санітарно-епідеміологічна служба України. Державне регулювання безпеки під час поводження з радіоактивними відходами здійснюють, крім того, МОЗ України, МВС України та інші органи державної виконавчої влади згідно з законодавством.

Реалізує державну політику у сфері поводження з відходами Кабінет Міністрів України, компетенцією якого є, зокрема: забезпечення розроблення та виконання загальнодержавних і міждержавних програм у відповідній сфері; затвердження порядку надання дозволів та встановлення умов збирання відходів; затвердження переліку небезпечних відходів та відходів, транскордонне перевезення і видалення яких підлягає державному регулюванню; затвердження переліку окремих видів відходів як вторинної сировини та встановлення квот на ввезення в Україну для утилізації таких відходів; затвердження переліку операцій, пов'язаних з утилізацією та видаленням відходів; визначення порядку обліку утворення, утилізації та видалення відходів; організація підготовки фахівців у сфері поводження з відходами; встановлення порядку розроблення, затвердження та перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів; визначення органу ліцензування у сфері поводження з відходами та ін.

До повноважень місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування у сфері поводження з відходами належить серед іншого: здійснення контролю за використанням відходів з урахуванням вимог безпеки для здоров'я людей і навколишнього природного середовища; розроблення схем санітарного очищення населених пунктів; складання і ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів і реєстру місць видалення відходів; організація ведення обліку утворення, оброблення, знешкодження, утилізації та видалення відходів, їх паспортизації; організація збирання і видалення побутових відходів; затвердження за поданням органів спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади у сфері поводження з відходами лімітів на утворення та розміщення відходів; визначення в установленому законом порядку розміру платежів за розміщення відходів; забезпечення ліквідації несанкціонованих і неконтрольованих звалищ відходів самостійно або за рішенням уповноважених на те органів; зупинення дії дозволу на експлуатацію об'єкту поводження з небезпечними відходами в разі порушення норм і правил охорони навколишнього природного середовища; надання дозволів на будів-

ництво або реконструкцію (експлуатацію) об'єкту поводження з відходами на відповідній території у порядку, визначеному законом та ін. Органи місцевого самоврядування, крім того, приймають рішення про відвід земельних ділянок для розміщення відходів і будівництва об'єктів поводження з відходами [3].

Спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері поводження з відходами є Мінприроди України, на яке покладается здійснення комплексного управління у відповідній сфері, проведення державної екологічної експертизи, видача дозволів на здійснення операцій з відходами, у тому числі на їх транскордонне перевезення; контроль за веденням первинного обліку щодо поводження з відходами та їх паспортизацією; участь у нормотворчій роботі з питань, що регулюють поводження з відходами; затвердження переліку небезпечних властивостей відходів за погодженням з Державною санітарно-епідеміологічною службою України та ін. Компетенція Мінприроди України у даній сфері управління визначається Законом України «Про відходи» (ст. 23) та Положенням про це міністерство.

До Державної санітарно-епідеміологічної служби України у сфері поводження з відходами належить: здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду за дотриманням державних санітарних норм, правил, гігієнічних нормативів під час поводження з відходами, а також забезпечення у відповідних нормативних документах вимог безпеки для здоров'я людини; проведення державної санітарно-гігієнічної експертизи і видача її висновків щодо об'єктів поводження з відходами; встановлення санітарно-гігієнічних вимог до продукції, що виробляється з відходів, видача гігієнічного сертифіката на неї; методичне забезпечення та здійснення контролю при визначенні рівня небезпечності відходів та інші функції, передбачені законами України. Управлінська діяльність зазначених органів виконавчої влади, місцевого самоврядування та інших відповідно до покладених законодавством на них повноважень у сфері поводження з відходами реалізується в межах організаційно-правових заходів (функцій), основними серед яких є:

- стандартизація і нормування;
- державний облік і звітність;
- економічне забезпечення відповідних заходів;
- контроль і нагляд;
- моніторинг та інформування;
- юридична відповідальність.

Стандартизація у сфері поводження з відходами. Згідно з Законом України «Про відходи» стандартизації підлягають поняття та терміни, що використовуються у сфері поводження з відходами, вимоги до класифікації відходів та їх паспортизації, способи визначення складу відходів та їх небе-

зпеки, методи контролю за станом накопичувачів, вимоги щодо безпечного поводження з відходами, які забезпечують запобігання негативному впливу їх на навколишнє природне середовище та здоров'я людини, а також вимоги щодо відходів як вторинної сировини (ст. 6). У системі діючих в Україні стандартів, зокрема у сфері стандартів навколишнього природного середовища (клас 13 «Довкілля» відповідно до «Класифікатора нормативних документів» ДК 004-99), виділено окремі підкласи стандартів — «Відходи» 13.030, які містять основні поняття та терміни, які використовуються у сфері поводження з відходами, та загальні вимоги до них. Зазначений підклас у свою чергу поділяється на три групи: «Відходи взагалі» — 13.030.01, «Тверді відходи» — 13.030.10 та «Повторне використання» — 13.030.50.

Перша група стандартів включає, наприклад, ДСТУ 2195-99 «Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, викладення і правила внесення змін», ДСТУ 3911-99 «Охорона природи. Поводження з відходами. Виявлення відходів і подання інформаційних даних про відходи. Загальні вимоги».

Друга група містить всього 27 стандартів, які стосуються твердих відходів, і включає: матеріали технічні (загальні технічні умови), а також технічні умови щодо трикотажних виробів із відходів виробництва, білкових відходів із шкіри тварин, льняних відходів, терміни та визначення щодо текстильних відходів, брухту та відходів дорогоцінних металів, їх сплавів та ін.

У сфері поводження з відходами відповідно до ст. 7 Закону України «Про відходи» встановлюються такі нормативи:

- граничні показники утворення відходів у технологічних процесах;
- питомі показники утворення відходів, використання та втрат сировини у технологічних процесах;
- інші нормативи, передбачені законодавством.

Нормативи у сфері поводження з відходами розробляються відповідними міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, підприємствами, установами та організаціями за погодженням зі спеціально уповноваженими органами виконавчої влади у сфері поводження з відходами.

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1999 р. «Про затвердження Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів» зазначені граничні та питомі нормативи утворення відходів знайшли відображення у лімітах на утворення відходів, які визначають максимальний обсяг відходів, на який у суб'єкта права власності на відходи є документально підтверджений дозвіл на передачу їх іншому власнику (на розміщення, утилізацію, знешкодження тощо) або на утилізацію чи розміщення на своїй території.

Ліміт на утворення відходів визначається їх власником у процесі діяльності на підставі дозволу на розміщення відходів та договору на передачу відходів іншому власнику. Зазначений ліміт розраховується на підставі нормативів утворення для кожного виду відходів за класами їх небезпеки та має дорівнювати сумарному обсягу відходів, розміщених на своїй території та переданих іншому власнику. Ліміт на утворення відходів не може перевищувати нормативно допустимих обсягів утворення відходів. Норматив утворення відходів визначається технологічним регламентом на підставі питомих показників утворення відходів, якими є обсяги відходів конкретного виду, які утворюються при виробництві одиниці продукції. Для твердих побутових відходів, що утворюються на території даного району, питомим показником утворення є обсяг відходів, який утворюється на одну людину, що проживає в даному районі, працює на підприємстві, в установі, організації даного району. Граничним показником утворення відходів є нормативно допустимий обсяг утворення відходів, а саме — максимальний обсяг відходів, що може утворитися в результаті технологічного процесу за умови дотримання встановленого технологічного регламенту. Крім того, власникам відходів, які здійснюють лише їх розміщення, затверджується ліміт на розміщення відходів, яким є визначений обсяг відходів (окремо для кожного класу небезпеки), на який у власника відходів є дозвіл на їх розміщення, виданий органами Мінприроди на місцях. Ліміти на утворення та розміщення відходів затверджуються державними адміністраціями базового рівня, встановлюються терміном на один рік і доводяться до власників відходів, які отримали в установленому порядку дозвіл на розміщення відходів, до 1 жовтня поточного року.

Державний облік відходів — це єдина державна система збирання, узагальнення, всебічного аналізу та зберігання відомостей про відходи під час їх утворення та здійснення операцій поводження з ними. Державний облік відходів ведеться з метою уникнення неконтрольованого накопичення небезпечних, у тому числі радіоактивних, відходів та забезпечення оперативного контролю за їх місцезнаходженням, переміщенням, умовами їх зберігання та захоронення. Державний облік відходів включає:

- паспортизацію та інвентаризацію відходів;
- ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення, утилізації відходів, реєстру місць видалення відходів та Державного реєстру радіоактивних відходів;
- ведення Державного кадастру сховищ радіоактивних відходів та переліку місць тимчасового зберігання радіоактивних відходів.

Державному обліку та паспортизації підлягають в обов'язковому порядку всі відходи, які утворюються на території України. Державний облік та паспортизація відходів здійснюються у порядку, який встановлюється Кабінетом Міністрів України. Відповідно до Порядку ведення державного

обліку та паспортизації відходів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 1 листопада 1999 р., такий облік ґрунтується на даних спостережень за утворенням відходів та здійсненням операцій поводження з ними і включає ведення первинного обліку відходів та державної статистичної звітності про них. Первинний облік відходів ведуть підприємства відповідно до типових форм первинної облікової документації (картки, журнали, анкети) з використанням відповідної нормативно-технічної, бухгалтерської та іншої документації. Зазначені відомості потім використовуються для заповнення форм державної статистичної звітності та ведення паспорта відходів.

Паспортизація відходів ведеться підприємствами з метою їх вичерпної ідентифікації та визначення оптимальних шляхів поводження з ними і передбачає складення і ведення паспортів відходів, паспортів місць видалення відходів, реєстрових карт об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів відповідно до державного класифікатора ДК 005-96 «Класифікатор відходів». Форми паспортів відходів розробляються Мінприроди за участю інших зацікавлених центральних органів виконавчої влади і затверджуються ним за погодженням з МОЗ України. Реєстр об'єктів утворення, оброблення, утилізації відходів та реєстр видалення відходів ведеться з метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про об'єкти утворення відходів, повного обліку та опису функціонуючих, закритих та законсервованих місць видалення відходів, їх якісного і кількісного складу, здійснення контролю за впливом відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини. У зазначених реєстрах визначаються номенклатура, обсяги утворення, кількісні та якісні характеристики відходів, інформація про поводження з ними. У реєстри заносяться дані на підставі звітних даних виробників відходів, відомостей спеціально уповноважених органів виконавчої влади у сфері поводження з відходами. Реєстр місць видалення відходів, крім того, ведеться на підставі відповідних паспортів. Дані цього реєстру підлягають щорічному уточненню. Правила ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів встановлено, зокрема, у Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 31 серпня 1998 р.

Відповідно до вимог Закону України «Про поводження з радіоактивними відходами» на всіх підприємствах, у результаті діяльності яких утворюються радіоактивні відходи чи вони здійснюють переробку, зберігання та захоронення таких відходів, обов'язково має проводитися державна інвентаризація радіоактивних відходів. Результати такої інвентаризації забезпечують постійне поновлення Державного реєстру радіоактивних відходів та Державного кадастру сховищ радіоактивних відходів. Порядок обліку радіоактивних відходів, зокрема порядок проведення державних інвен-

таризацій, встановлюється органом державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки, який здійснює також нагляд за їх виконанням.

Організація проведення державних інвентаризацій покладається на орган державної виконавчої влади у сфері поводження з радіоактивними відходами. Організація та проведення такої інвентаризації, її обсяг і періодичність, а також процедура збору й оформлення результатів інвентаризації встановлюється Порядком проведення державної інвентаризації радіоактивних відходів, затвердженому наказом Державного комітету ядерного регулювання України від 11 лютого 2003 р.

Державний реєстр радіоактивних відходів являє собою послідовний поточний запис актів спеціальної форми про утворення, фізико-хімічний склад, обсяги, властивості, а також перевезення, зберігання та поховання радіоактивних відходів. Порядок ведення відповідних реєстрів визначається Кабінетом Міністрів України.

Державний кадастр сховищ радіоактивних відходів — це зведення систематизованих відомостей про об'єкти, призначені для зберігання чи захоронення радіоактивних відходів у єдину інформаційну експертну систему даних про місцезнаходження, кількісну та якісну характеристику сховищ таких відходів. Кадастр повинен містити систематизований банк даних щодо місцезнаходження, кількісних та якісних характеристик, умов зберігання або захоронення радіоактивних відходів, систем контролю та моніторингу. Державний кадастр сховищ радіоактивних відходів підлягає безстроковому зберіганню.

Положення про Державний реєстр радіоактивних відходів та Положення про Державний кадастр сховищ та місць тимчасового зберігання радіоактивних відходів затверджено постановою Кабінету Міністрів від 29 квітня 1996 р. Створення і організація ведення Державного кадастру сховищ радіоактивних відходів покладається на МНС України. Ведення зазначених реєстру та кадастру здійснює Головний інформаційно-аналітичний центр державної системи обліку та інвентаризації радіоактивних відходів на базі Українського державного об'єднання «Радон», до якого надходить інформація з регіональних центрів обліку радіоактивних відходів. Кадастр ведеться на основі реєстраційних карток, які заповнюють власники сховищ чи виробники радіоактивних відходів, що надсилаються ними до відповідних регіональних центрів обліку.

Система і форми звітності, порядок надання і використання відповідної інформації про відходи, а також порядок перегляду їх номенклатури розробляються на основі державного класифікатора відходів і затверджуються спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань статистики за поданням Мінприроди та інших заінтересованих центральних органів виконавчої влади.

Ліцензування. Відповідно до законодавства про відходи деякі види діяльності у цій сфері допускаються тільки на підставі ліцензії. До таких видів належать: будь-які операції у сфері поводження з небезпечними відходами; збирання і заготівля окремих видів відходів як вторинної сировини; встановлення порядку видачі дозволу на транскордонне перевезення небезпечних відходів; встановлення порядку ввезення, вивезення і транзиту через територію України окремих видів відходів; здійснення діяльності у сфері поводження з радіоактивними відходами. Конкретні вимоги ліцензування діяльності у відповідній сфері встановлюються Законом України «Про ліцензування певних видів господарської діяльності» та деякими підзаконними нормативними актами, серед яких: Ліцензійні умови провадження діяльності із здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами, затверджені наказом Держкомітету з питань регуляторної політики від 12 лютого 2001 р.; Ліцензійні умови про здійснення господарської діяльності із збирання, заготівлі окремих видів відходів як вторинної сировини, затверджені спільним наказом Держкомітету з питань регуляторної політики та Міністерства охорони навколишнього природного середовища від 9 березня 2001 р. Ліцензія (дозвіл) на здійснення діяльності щодо поводження з відходами видається органом ліцензування, який встановлює кабінет Міністрів України [3].

Економічне забезпечення утилізації відходів і зменшення обсягів їх утворення являє собою ряд визначених законодавством економіко-правових заходів, які серед інших включають збори (платежі) за утворення та розміщення відходів і заходи економічного стимулювання діяльності у зазначеній сфері. Зокрема, ст. 38 Закону України «Про відходи» передбачає такі заходи:

- лімітування обсягів утворення та розміщення відходів;
- встановлення нормативів плати та розміру платежів (зборів) за розміщення відходів;
- фінансування заходів щодо утилізації відходів та зменшення обсягів їх утворення;
- стимулювання та надання суб'єктам підприємницької діяльності, які утилізують, зменшують обсяги утворення відходів, впроваджують у виробництво маловідходні технології, здають відходи як вторинну сировину відповідно до законодавства податкових, кредитних та інших пільг.

Законодавством України можуть встановлюватися й інші організаційно-економічні заходи щодо забезпечення утилізації відходів та зменшення обсягів їх утворення. Збори за розміщення відходів є одним із найважливіших елементів економіко-правового механізму природокористування та охорони навколишнього природного середовища та стягуються із суб'єктів підприємницької діяльності, у процесі діяльності яких утворюються відходи. Розмір зборів встановлюється на основі нормативів, що розраховуються

на одиницю обсягу утворених відходів, залежно від рівня їх небезпеки та цінності території, на якій вони розміщені. За понадлімітне розміщення відходів плата стягується у підвищеному розмірі. Одержані кошти зараховуються до відповідних фондів охорони навколишнього природного середовища згідно із законом. Єдині на території України правила встановлення нормативів збору за розміщення відходів визначаються у Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 1 березня 1999 р.

Заходи економічного стимулювання діяльності у сфері поводження з відходами здійснюються шляхом:

- надання підприємствам можливості залишати частину коштів від платежів за розміщення відходів на фінансування заходів щодо утилізації відходів та зменшення обсягів їх утворення відповідно до обґрунтованих інвестиційних проектів та програм;

- встановлення пільг щодо оподаткування прибутку від реалізації продукції, виготовленої з використанням відходів;

- пріоритетне державне кредитування;

- виділення спеціальних державних субсидій на зменшення відсотків за банківські кредити, пов'язані з інвестиціями, що спрямовуються на утилізацію відходів і виготовлення відповідного устаткування;

- виділення дотацій з Державного бюджету України і місцевих бюджетів та фондів охорони навколишнього природного середовища для перевезення відходів (вторинної сировини) чи напівфабрикатів, одержаних з цих відходів;

- встановлення пільг щодо поповнення обігових коштів підприємств, що здійснюють збирання та заготівлю, оброблення (перероблення) та утилізацію відходів як вторинної сировини, за умови цільового використання цих коштів для придбання та переробки таких відходів (ст. 40 Закону України «Про відходи»).

Таким чином, органи державної влади та місцевого самоврядування можуть визначати у межах своїх повноважень додаткові заходи, пов'язані зі стимулюванням утилізації відходів та зменшенням обсягів їх утворення. Фінансування заходів щодо утилізації відходів та зменшення обсягів їх утворення здійснюється за рахунок коштів виробників відходів та їх власників. Для фінансування цих заходів можуть залучатися кошти місцевих бюджетів, фондів охорони навколишнього природного середовища, добровільні внески підприємств, установ, організацій, громадян та їх об'єднань, а також кошти Державного бюджету України, передбачені на проведення заходів, що включаються в Державну програму соціального та економічного розвитку України [4].

Контроль і нагляд у сфері поводження з відходами.

Контрольно-наглядова форма реалізації цієї функції держави залежить від характеру соціальних утворень. З цієї точки зору можна виділити три види контролю (нагляду):

- державний;
- виробничий;
- громадський (суспільний).

У свою чергу кожний з них може бути розподілений. Наприклад, державний контроль (нагляд) можна представити у вигляді відомчого, фінансового, технічного й санітарного.

Державний контроль і нагляд у сфері поводження з відходами здійснюють спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади у сфері поводження з відходами, яким є Мінприроди, інші спеціально уповноважені органи виконавчої влади у сфері поводження з відходами. Первинний ***виробничий контроль*** у сфері поводження з відходами здійснюють у межах своєї компетенції виробники відходів.

Державний і суспільний контроль (нагляд) в області охорони навколишнього середовища багато в чому залежить від специфіки функцій відповідних органів держави й добровільних об'єднань (співтовариств) громадян. Очевидно, що державні органи, які створені безпосередньо для проведення природоохоронної роботи, використовують більш ефективно у своїй діяльності весь комплекс контрольно-наглядових способів у порівнянні з іншими органами держави, причому стосовно до усіх без винятку природних об'єктах.

З добровільних об'єднань громадян можна також виділити такі, що займаються винятково або переважно охороною навколишнього середовища й відповідно застосовують у своїй роботі досить широке коло контрольно-наглядових способів. Ілюстрацією цьому може слугувати діяльність неформальних об'єднань «зелених». Зазначені об'єднання контролюють відповідні державні органи, органи внутрішніх справ і одночасно надають їм серйозну допомогу.

Громадський контроль у сфері поводження з відходами здійснюють громадські інспектори з охорони навколишнього природного середовища відповідно до законодавства.

Нагляд за додержанням законів у сфері поводження з відходами здійснює Генеральний прокурор України та підпорядковані йому органи прокуратури в межах повноважень, передбачених законом.

Моніторинг місць утворення, зберігання та видалення відходів є складовою єдиної системи державного моніторингу навколишнього природного середовища. Міністерство охорони навколишнього природного середовища, Державна санітарно-епідеміологічна служба України, їх органи на

місцях та інші спеціально уповноважені органи виконавчої влади у сфері поводження з відходами забезпечують зацікавлені органи державної влади, місцевого самоврядування, підприємства, установи, організації, громадян та їх об'єднання інформацією про розташування місць чи об'єктів зберігання і видалення відходів, їх вплив на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людини.

Питання для самоконтролю

- 1) Як ви знаєте основні напрями державної політики у сфері поводження з відходами виробництва та споживання?
- 2) В чому полягає державне управління у сфері поводження з відходами?
- 3) Які повноваження місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування у сфері поводження з відходами?
- 4) Які існують основні нормативні документи у сфері поводження з відходами?

Бібліографічний список

Основна використана література

1. Закон України «Про відходи» // Відомості Верховної Ради. — 1998. — № 36–37. — Ст. 242.
2. *Баб'як О. С., Біленчук П. Д., Чирва Ю. О.* Екологічне право України : навч. посібник. — К.: Атіка, 2000. — 216 с.
3. Екологічне право України. Академічний курс : підручник / За заг. ред. Ю. С. Шемшученка. — К.: ТОВ «Видавництво «Юридична думка», 2005. — 848 с.
4. *Яремчук І.Г.* Економіка природокористування : навч. посібник. — К.: Просвіта, 2000. — 431 с.

Література, рекомендована для поглибленого вивчення курсу

5. *Балюк Г.І.* Екологічне право України. Конспект лекції у схемах (Загальна і Особлива частина) : навч. посібник. — К.: Юрінком Інтер, 2006. — 192 с.
6. *Черп О.М., Винниченко В.Н.* Проблема ТБО: комплексный подход. — М.: Эколайн, 1996. — 48 с.
7. Екологічне право України : підручник / За ред. А.П. Гетьмана, М.В. Шульги. — К.: Право, 2005. — 380 с.

6. НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА ТА НОРМУВАННЯ В СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

6.1. Нормативно-правова база в сфері поводження з відходами

Ефективне вирішення екологічних проблем, пов'язаних з ліквідацією чи обмеженням негативного впливу твердих відходів на довкілля та здоров'я людей, можливе тільки на основі послідовної реалізації вимог Конституції та Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про відходи», «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів» та інших нормативно-правових актів [1–4], державних стандартів України з охорони навколишнього природного середовища, санітарних норм і правил та інших документів. Основа цієї роботи — формування *нормативно-правової бази в сфері поводження з відходами*. Це привело до екологічної паспортизації підприємств, установ, організацій, реєстрації та паспортизації джерел забруднення довкілля та опосередкованого впливу їх на здоров'я людей, введення єдиного державного класифікатора твердих відходів.

Нормування, інвентаризація, паспортизація, відходів — це ті роботи, які регламентовані законодавством України в сфері поводження з відходами (Закони України «Про охорону навколишнього природного середовища» і «Про відходи» та підзаконні акти — постанови Кабінету Міністрів України (ПКМУ), накази, інструкції спеціально уповноважених органів тощо) [1–12]. З іншого боку, поводження з відходами — це аспект екологічного впливу на навколишнє середовище, який на сьогодні найбільш підготовлений для можливого впровадження в галузі чи на підприємстві системи управління навколишнім середовищем у відповідності з міжнародними стандартами серії ISO 14000. Тому доцільно застосовувати саме системний підхід у вирішенні проблем, пов'язаних з відходами виробництва і споживання підприємств незалежно від форм власності, це перш за все такі роботи як: інвентаризація, виявлення та ідентифікація та паспортизація відходів; нормування утворення відходів; постановка на облік об'єктів їх утворення (розробка реєстрових карт об'єкту утворення відходу та ведення реєстрів); утилізація та видалення відходів; організація первинного обліку та поточного контролю над утворенням відходів і поводження з ними. Ці ро-

боти, які виконуються в межах діючих законодавчих і нормативних актів, слід розглядати як послідовні етапи, кожний з яких пов'язаний і обумовлений попереднім. Це ті «блоки», які згодом, якщо виникне потреба, зможуть стати основою для побудови системи управління навколишнім середовищем відповідного рівня. Вони включають наступні роботи у сфері поводження з відходами: інвентаризація та ідентифікація відходів виробництва і споживання, розробка паспортів відходів і реєстрових карт об'єктів утворення відходів, виконання розрахунків нормативів утворення відходів, розробка журналів первинного обліку та поточного контролю утворення відходів. Постановою КМУ від 1.11.99 № 2034 затверджено Порядок ведення державного обліку та паспортизації відходів [7]. Цей Порядок встановлює єдині правила ведення державного обліку та паспортизації відходів, дія яких поширюється на підприємства, установи, організації всіх форм власності, громадян-суб'єктів підприємницької діяльності, діяльність яких пов'язана з утворенням відходів та здійсненням операцій поводження з ними. Державний облік відходів — єдина державна система збирання, узагальнення, всебічного аналізу та зберігання відомостей про відходи під час їх утворення та здійснення операцій поводження з ними.

Інвентаризація відходів — комплекс разових організаційно-технічних заходів з виявлення, ідентифікації, опису і реєстрації відходів, обліку обсягів їх утворення, утилізації та видалення, а також виявлення і обстеження місць утворення відходів і об'єктів поводження з ними. Проводиться на загальних методологічних засадах відповідно до Положення про організацію бухгалтерського обліку та звітності в Україні, затвердженого ПКМУ від 03.04.93 №250.

Ідентифікація відходів — віднесення відходів до певних категорій та класифікаційних груп, виходячи з їх походження, складу, стану, небезпеки для довкілля, здоров'я людини, технологічних можливостей утилізації, знешкодження.

Проводиться за класами небезпеки (інформаційно-аналітичним шляхом за наступними документами: «Инструкция о порядке единовременного учета образования и обезвреживания токсичных отходов по состоянию на 1 июня 1990 г. по форме №2 — токсичные отходы (додаток 2 «Временный классификатор токсичных промышленных отходов и методические рекомендации по определению класса токсичности промышленных отходов», затверджений МЗ СРСР разом з ДКНТ СРСР 13.05.87 № 428687); ГОСТ 12.1.00776 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» або розрахунковим методом, коли установлений фізико-хімічний склад відходів, у відповідності з ДСанПіН 2.2.7.02999 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами» та визначення класу небезпеки для здоров'я населення.

Ідентифікації та класифікація відходів за видами діяльності (Жовтий і Зелений перелік відходів, затверджений ПКМУ від 13.07.2000 р. № 1120; Класифікатор відходів (КВ) ДК 00596; Класифікатор видів економічної діяльності (КВЕД) ДК 00996).

Паспортизація відходів – процес послідовного збирання, узагальнення та зберігання відомостей про кожний конкретний вид відходів, їх походження, технічні, фізико-хімічні, технологічні, екологічні, санітарні, економічні та інші показники, методи їх вимірювання і контролю, а також про технології їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації, видалення, знешкодження і захоронення. У відповідності з ПКМУ від 01.11.99 № 2034 «Форми паспортів відходів та інструкції щодо їх ведення розробляються Мінекобезпеки за участю інших заінтересованих центральних органів виконавчої влади і затверджуються ним за погодженням з МОЗ» (ДСТУ 219599 «Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін»).

Первинний облік відходів — реєстрація у формах первинних облікових документів (картки, журнали, анкети) відомостей про відходи під час їх утворення на підприємстві та здійснення операцій поводження з ними згідно постанови КМУ від 1.11.99 № 2034 «Первинний облік відходів ведуть підприємства відповідно до типових форм первинної облікової документації (картки, журнали, анкети)». Типові форми первинної облікової документації про відходи та інструкції щодо їх заповнення розробляються Мінекобезпеки.

Поводження з відходами. Операції поводження з відходами — регламентуються наступними документами: операції з видалення та утилізації відходів (додаток 1 до Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням, затвердженого ПКМУ від 13.07.2000 № 1120); ДСанПіН 2.2.7.02999 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення класу небезпеки для здоров'я населення»; Постанова КМУ від 01.03.99 № 303 «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору».

Державний облік відходів ґрунтується на даних спостережень за утворенням відходів та здійсненням операцій поводження з ними і включає ведення первинного обліку відходів та державної статистичної звітності про них. Первинний облік відходів ведуть підприємства відповідно до типових форм первинної облікової документації (картки, журнали, анкети) з використанням технологічної, нормативно-технічної, планово-економічної, бухгалтерської та іншої документації. Відомості для первинного обліку відходів, що заносяться до зазначених документів, обумовлюються системою показників, необхідних для заповнення форм державної статистичної звітності та ведення паспорта відходів.

Типові форми первинної облікової документації про відходи згідно з державним класифікатором ДК 010-98 «Класифікатор управлінської документації» та інструкції щодо їх заповнення розробляються Мінекобезпеки за участю Держкомпідприємництва та інших зацікавлених центральних органів виконавчої влади, погоджуються з МОЗ і затверджуються спільним наказом Держкомстату та Мінекобезпеки. Джерелом первинної інформації про відходи є акт комісії з питань поводження з відходами, складений згідно з Порядком виявлення та обліку безхазяйних відходів, затвердженим постановою КМУ від 3 серпня 1998 р. № 1217 [8]. Державна статистична звітність про відходи ведеться за встановленими уніфікованими формами відповідно до державного класифікатора ДК 010-98 «Класифікатор управлінської документації» та номенклатурою відходів. Форми державної статистичної звітності про відходи та інструкції щодо порядку складання цих форм розробляються Мінекобезпеки за участю інших зацікавлених центральних органів виконавчої влади, погоджуються з МОЗ і затверджуються Держкомстатом.

Державна статистична звітність *про небезпечні відходи* ведеться за окремою формою. Реєстр звітних статистичних одиниць, що повинні скласти звіти про небезпечні відходи, формується органами державної статистики за поданням Мінекобезпеки. Підприємства заповнюють форми державної статистичної звітності на підставі документів первинного обліку і подають їх в установленому порядку територіальним органам державної статистики та відповідним органам виконавчої влади. Номенклатура відходів, за якою ведеться державний статистичний облік відходів, розробляється Мінекобезпеки відповідно до державного класифікатора ДК 005-96 «Класифікатор відходів» і затверджується Держкомстатом. Органи державної статистики та інші органи виконавчої влади в установленому порядку проводять статистичні спостереження за утворенням відходів і здійсненням операцій поводження з ними, а також забезпечують контроль за достовірністю ведення державної статистичної звітності та інформаційно-довідкового обслуговування користувачів. Інвентаризація відходів проводиться на загальних методологічних засадах відповідно до «Положення про організацію бухгалтерського обліку і звітності в Україні», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 250 від 3 квітня 1993 р. Паспортизація відходів ведеться підприємствами з метою їх вичерпної ідентифікації та визначення оптимальних шляхів поводження з ними. Паспортизація відходів передбачає складення і ведення паспортів відходів, паспортів місць видалення відходів, реєстрових карт об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів відповідно до державного класифікатора ДК 005-96 «Класифікатор відходів». Форми паспортів відходів та інструкції щодо їх ведення розробляються Мінекобезпеки за участю інших заінтересованих централь-

них органів виконавчої влади і затверджуються ним за погодженням з МОЗ.

Контроль за веденням підприємствами первинного обліку відходів та за їх паспортизацією здійснюється Мінекобезпеки, а також іншими спеціально уповноваженими органами виконавчої влади у сфері поводження з відходами відповідно до їх компетенції.

Ліміт на утворення відходів. Постановою Кабінету Міністрів України №1218 від 3 серпня 1998 р. затверджений Порядок розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів [6]. *Ліміт на утворення відходів на підприємстві* — максимальний обсяг відходів, на який у суб'єкта права власності на відходи (далі — власник відходів) є документально підтверджений дозвіл на передачу їх іншому власнику (на розміщення, утилізацію, знешкодження тощо), або на утилізацію чи розміщення на своїй території.

Нормативно допустимі обсяги утворення відходів — максимальний обсяг відходів, який може утворитися в результаті технологічного процесу за умови дотримання встановленого технологічного регламенту.

Питомий показник утворення відходів — обсяг відходів конкретного виду, який утворюється при виробництві одиниці продукції, переробленої одиниці сировини, наданої одиниці послуги тощо. Для твердих побутових відходів, що утворюються на території даного району, питомим показником утворення є обсяг відходів, який утворюється на одну особу, яка проживає в даному районі, працює на підприємстві, в установі, організації даного району.

Розміщення відходів — зберігання та захоронення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи об'єктах.

Ліміт на розміщення відходів — обсяг відходів (окремо для кожного класу безпеки), на розміщення яких у власника відходів є дозвіл, виданий органами Мінекобезпеки на місцях.

Понадлімітне розміщення відходів — виявлений у власника обсяг відходів, на який у нього немає дозволу на розміщення та який підлягає обов'язковому розміщенню за окремим дозволом органів Мінекобезпеки на місцях.

Власники відходів подають до органів Мінекобезпеки на місцях заяви на отримання дозволу на розміщення відходів у наступному році. До заяви додаються:

- проект ліміту на утворення та розміщення відходів;
- довідка про наявність місць чи об'єктів розміщення відходів, спеціально відведених у встановленому законодавством порядку;
- відомості про склад і властивості відходів, що утворюються, також ступінь їх небезпечності для навколишнього природного середовища та здоров'я людини;

- довідка про нормативно допустимі обсяги утворення відходів;
- довідка про питомі показники утворення відходів;
- довідка про наявність установок (потужностей) з видалення відходів;
- довідка про наявність потужностей з утилізації відходів;
- копія договору (контракту) на передачу відходів іншим власникам;
- довідка про обсяги токсичних відходів та обсяги утворення, використання і поставку відходів, як вторинної сировини та відходів виробництва за поточний рік.

- перспективний план заходів у сфері поводження з відходами, спрямований на запобігання або зменшення обсягів утворення відходів і запобігання їх негативного впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я людини.

Органи Мінекобезпеки на місцях розглядають заяви і видають дозволи на розміщення відходів або надсилають власникам відходів повідомлення з викладенням причин відмови у видачі дозволів, встановлюючи термін повторного подання необхідних документів. На підставі одержаних дозволів власники відходів готують скориговані проекти лімітів на утворення та розміщення відходів і подають їх на погодження органам Мінекобезпеки на місцях.

Дозвіл набирає чинності після затвердження лімітів на утворення та розміщення відходів. Він може бути скоригований за клопотанням власника відходів щодо перегляду ліміту на утворення та розміщення відходів. Проекти лімітів на утворення та розміщення відходів розглядаються органами Мінекобезпеки на місцях, які погоджують або відхиляють їх протягом двох тижнів. У разі відхилення проекту ліміту власникові відходів надсилається лист з викладенням причин відхилення та встановлюється термін повторного розгляду.

Погоджені проекти лімітів на утворення та розміщення відходів органи Мінекобезпеки на місцях передають на затвердження обласним, та міським державним адміністраціям. Ліміти на утворення та розміщення відходів встановлюються терміном на один рік і доводяться до власників відходів.

У разі утворення відходів, що перевищують обсяги затверджених лімітів, власник відходів повинен одержати на них окремий дозвіл. Для одержання такого дозволу власник відходів повинен подати до органів Мінекобезпеки на місцях техніко-економічне обґрунтування утворення додаткових обсягів відходів, а також довідку щодо можливості їх екологічно безпечного розміщення. Власник відходів має право протягом 6 місяців після затвердження лімітів на утворення та розміщення відходів звернутися з клопотанням про його перегляд. Підставою для перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів може бути:

- використання у виробництві нових видів сировини, матеріалів;

- випуск нових видів продукції (робіт, послуг);
- удосконалення технологічних процесів, устаткування тощо;
- укладення додаткових договорів на передачу відходів іншим власникам.

Органи Мінекобезпеки на місцях у разі необхідності протягом встановленого терміну переглядають ліміти на утворення та розміщення відходів. Відповідальність за правильність визначення нормативів утворення відходів, визначення лімітів утворення та розміщення відходів, несвоєчасне затвердження або незатвердження лімітів утворення та розміщення відходів несе власник відходів. Контроль за правильністю визначення лімітів на утворення та розміщення відходів, їх дотриманням здійснюють органи Мінекобезпеки на місцях.

Система обліку та поводження з відходами на підприємстві є частиною системи управління відходами виробництва та споживання і безпосередньо пов'язане з плануванням природоохоронної діяльності у зв'язку з поводженням з відходами. Організація системи обліку передбачає розробку і затвердження документації, розробку процедур поточного обліку та звітності поводження з відходами та професійну підготовку осіб для роботи з небезпечними відходами. Документування системи складається з наступних етапів:

- розробка та затвердження розпорядчих документів з питань розподілу функцій та відповідальності за діяльність в галузі поводження з відходами (включаючи облік і контроль);
- отримання паспортів на небезпечні відходи;
- реєстрація об'єктів розміщення відходів у державний реєстр об'єктів розміщення відходів;
- отримання дозвільних документів на транспортування та розміщення відходів;
- підготовка, оформлення та підписання договорів на прийом-передачу відходів з метою розміщення, використання та ін.

Планування природоохоронної діяльності у зв'язку з поводженням з відходами передбачає:

- планування розробки нормативної документації;
- планування заходів щодо запобігання або зниження обсягів утворення відходів (включаючи заходи щодо ресурсозбереження);
- планування заходів щодо знищення, переробки, розміщення відходів;
- планування заходів щодо зниження впливів на навколишнє середовище при поводженні з відходами.

Розробка документації щодо поводження з відходами. Нормативні документи розробляються підприємством для всього циклу поводження з

відходами. Нижче для кожного виду поводження з відходами наведено перелік необхідної документації.

Перелік відходів, за якими слід розробляти нормативи утворення, складається за результатами інвентаризації джерел утворення відходів (з урахуванням доцільності та можливості нормування). Цей перелік відходів заповнюється у журнал первинного обліку утворення відходів.

Збір, накопичення та розміщення відходів.

Первинними документами в цьому випадку є:

- карта-схема об'єктів розміщення відходів, що експлуатуються підприємством, із зазначенням інвентарного номера об'єкту, обґрунтування умов і термінів тимчасового накопичення відходів на промисловому майданчику до моменту їх використання або направлення на об'єкт для розміщення відходів. Нормативи граничного розміщення відходів на об'єктах збору, накопичення і розміщення відходів;

- проект лімітів на розміщення відходів;
- плани заходів щодо досягнення лімітів розміщення відходів;
- правила експлуатації місць збору, накопичення і розміщення відходів;

- правила збору та накопичення, умови розміщення відходів (розглядаються питання тари-упаковки, вказівки по їх конструкції, маркування, обліку);

- правила підготовки відходів для їх переміщення (розкриваються питання необхідності попереднього сортування, хімічного аналізу);

- свідоцтво про реєстрацію об'єкту розміщення відходів;
- інструкція з прийому, знешкодження та розміщення небезпечних відходів;

- інструкція з прийому та розміщення нетоксичних відходів;
- інструкція з техніки безпеки, протипожежної профілактики та виробничої санітарії для персоналу, зайнятого збором, затарюванням, упаковкою, накопиченням, підготовкою відходів до переміщення та розміщенням відходів;

- заходи щодо захисту навколишнього природного середовища та здоров'я виробничого персоналу від впливу відходів, розміщених на об'єктах і майданчиках підприємства, а також з ліквідації аварійних ситуацій при розміщенні відходів;

- журнал поточного обліку відходів, які підлягають збору і накопиченню. У форму рекомендується ввести графи:

інвентарний номер об'єкта розміщення (відповідно до карти-схеми, складеної за результатами інвентаризації об'єктів розміщення відходів);

найменування виду відходу;

дата надходження відходу;
кількість (в тоннах) відходу, що надійшов;
дата вивезення відходу;
кількість (в тоннах) відходу в партії;
реквізити транспортної організації та номер ліцензії;
реквізити організації, що запрошує, номер договору або накладної.

Переміщення відходів за межі території підприємства. Переміщення відходів за межі промислового майданчика підприємства дозволяється при наявності:

- ліцензії на переміщення відходів за умови їх самостійного вивезення;
- паспорта на небезпечні відходи;
- схеми переміщення небезпечних відходів (схема затверджується керівником підприємства, узгоджується з відповідними органами МВС та територіальним органом МНС);
- свідоцтва про допуск транспортного засобу до перевезення небезпечних відходів;
- сертифіката про допуск водія до перевезення небезпечних відходів.

Знешкодження та використання відходів. Підприємство, які мають об'єкти (установки, цехи та ін.) по знешкодженню або використанню відходів повинні розробити такі документи:

- порядок приймання відходів на знешкодження або використання;
- вимоги до відходів, які можуть бути знешкоджені або використані на даному об'єкті;
- інструкцію з техніки безпеки, протипожежної профілактики та виробничої санітарії для персоналу, зайнятого прийомом, знешкодженням або використанням;
- журнал поточного обліку відходів, що надходять на знешкодження або використання із зазначенням граф:
 - інвентарний номер об'єкта розміщення відходів (відповідно до карти-схеми об'єктів розміщення відходів), з якого відходи надійшли на знешкодження або використання;
 - найменування відходу, що надійшов на знешкодження або використання;
 - дата прийому відходу;
 - кількість (в тоннах) відходу, що надійшов на знешкодження або використання;
 - найменування вторинного відходу, що утворився в процесі знешкодження або використання;
 - кількість (в тоннах) вторинного відходу після знешкодження або використання;

інвентарний номер об'єкту розміщення вторинних відходів (якщо відхід розмістили на власній території);
реквізити споживача вторинного відходу;
кількість (в тоннах) вторинного відходу в партії, відправленого споживачеві відходів;
номер договору, номер накладної;
форма звітності підрозділу підприємства, що здійснює знешкодження або використання відходів перед екологічною службою підприємства.

Отримання дозвільних документів на поводження з відходами.

Діяльність у галузі поводження з відходами здійснюється на підставі дозвільних документів. Підприємство, яке здійснює збирання, використання, знешкодження, транспортування, зберігання та захоронення небезпечних відходів на підставі ст. 9 Закону України «Про відходи» зобов'язане отримати ліцензію на поводження з відходами. Відповідно до ст. 45 Закону «Про охорону навколишнього природного середовища» підприємства, які здійснюють розміщення відходів на власних об'єктах або передають відходи на розміщення в інші організації, мають отримати дозвіл на їх розміщення.

Якщо підприємство займається транскордонним перевезенням небезпечних відходів, то воно зобов'язано отримати ліцензію на експорт — імпорт небезпечних відходів та дозвіл на транскордонне переміщення.

На кожну ділянку надр, які надаються в користування для будівництва та експлуатації об'єктів підземного захоронення твердих відходів видається окрема ліцензія. Допускається видача однієї ліцензії на кілька ділянок надр, якщо діючі або об'єкти, що проєктуються, розташовані в межах земельного відводу, що належить одному підприємству і знаходяться на його балансі. Можливість видачі такої «об'єднаної» ліцензії визначається територіальним органом управління державним фондом надр.

6.2. Нормування збору промислових відходів

Як відмічалось раніше (розділ 1), для всіх видів продукції, одержання якої з ВМР або відходів економічно доцільно, необхідно правильно розраховувати норми збору вторинних відходів [6]. При оцінці норм варто визначити джерела утворення ВМР, проаналізувати вплив технологічних, організаційних, економічних факторів на обсяг відходів, ступінь їх використання й, крім того, розрахувати річні й перспективні плани для різних джерел утворення й сфер застосування вторинних ресурсів [13, 14].

Кількість відходів виробництва, яку можна використати для виготовлення продукції, у загальному випадку визначають за формулою:

$$H = C \cdot P, \quad (6.1)$$

де H — норма відходів, що утворюються, кг/кг, $\text{м}^2/\text{м}^2$, $\text{м}^3/\text{м}^3$;

C — обсяг продукції або сировини, при виробництві або переробці якої утворюються відходи, кг, м^2 , м^3 ;

P — безрозмірний коефіцієнт, що враховує частку відходів, придатних для використання (у кожному конкретному випадку цей коефіцієнт визначається в залежності від придатності відходів для переробки по напрямках використання).

Для підвищення рівня використання відходів важливе значення має вдосконалення системи ціноутворення на відходи й одержувану з них продукцію. Ціну відходів, наприклад, механічної переробки сировини й матеріалів визначають, виходячи із ціни сировини, що переробляється, або повноцінного матеріалу за допомогою коефіцієнта перерахування ціни, розмір якого залежить від споживчих властивостей відходів, тобто від ступеня їх придатності до використання. Основою для визначення економічної ефективності виробництва продукції з відходів є його співставлення з виробництвом цієї ж продукції з вихідної сировини, згідно формули:

$$E = (V_{\text{П}} \cdot I - V_{\text{В}}) \cdot Q_{\text{В}}, \quad (6.2)$$

де E — ефективність використання відходів, грн./одиночку продукції;

$V_{\text{П}}$ і $V_{\text{В}}$ — приведені витрати на одиницю продукції відповідно з первинної сировини (матеріалу) і з відходів, грн.;

I — коефіцієнт, що враховує споживчі властивості продукції з первинної сировини й відходів ($I = Q_{\text{П}}/Q_{\text{В}}$);

$Q_{\text{В}}$ — кількість продукції, виробленої з відходів на рік (за звітний період);

$Q_{\text{П}}$ — кількість продукції з первинної сировини, рівноцінної по споживчим властивостям кількості продукції з відходів.

Визначення норми відходів можна розглянути на прикладі збору відпрацьованих мастил — найпоширеніших і цінних відходів промисловості й транспорту [15]. Під нормуванням відходів відпрацьованих мастил розуміється визначення планової міри їх збору. Основне завдання нормування — це підвищення ефективності планування збору відпрацьованих мастил за допомогою впровадження технічно-обґрунтованих норм. Норми збору відпрацьованих мастил по ступеню агрегації (укрупнення) підрозділяються на *індивідуальні й групові*. Індивідуальна норма збору — це технічно обґрунтована кількість відпрацьованих мастил, які витягаються із всіх мастиломістких ємностей з одиниці устаткування певного типу. Ця норма не змі-

нюється протягом тривалого періоду часу, обумовленого ступенем технічного й морального спрацювання устаткування.

Групова норма збору відпрацьованих мастил (нормований збір за рік) — це збір мастил із загальної кількості однойменного устаткування, зайнятого в реалізації планових завдань по кожному рівню планування (цех або ділянка — підприємство — об'єднання — міністерство). Групова норма збору змінюється щорічно в залежності від об'ємів виробничого плану, наявності устаткування, інтенсивності його використання, стану складського господарства, організації мастильно-емульсійного господарства й ряду інших факторів. Групові норми збору відпрацьованих мастил розраховують на підставі індивідуальних норм. Чим точніше визначена індивідуальна норма, тим точніше розрахункова групова норма й, отже, реальніше план збору відпрацьованих мастил.

Індивідуальна норма визначає тільки збір «нетто» відповідних видів нафтопродуктів і автоматично враховує втрати, які виникають при видаленні відпрацьованих масел з одиниці устаткування. Втрати, пов'язані із транспортуванням, зберіганням і відпусканням відпрацьованих мастил, в індивідуальну норму не входять.

Віддаленість підприємства від нафтобаз і джерел збору від складів паливно-мастильних матеріалів (ПММ) усередині підприємства породжує багатоступінчасту схему збору відпрацьованих нафтопродуктів, що включає ряд операцій по їх зливу, транспортуванню, переливу, зберіганню й видачі. Наявність розбіжності між втратами, розрахованими по нормах природних втрат нафти й нафтопродуктів і фактичних втрат, є чинником, який вимагає проведення відповідних досліджень з метою встановлення науково-обґрунтованих норм втрат відпрацьованих нафтопродуктів.

Наявність втрат приводить до зменшення обсягів відпрацьованих нафтопродуктів, які збирають по індивідуальних нормах забруднення навколишнього середовища. Ці обставини враховуються на всіх рівнях планування збору.

Вихідними даними для визначення індивідуальних норм збору відпрацьованих масел є:

V_i — заправна місткість конкретного агрегату машини (беруть з інструкції з експлуатації машин); K_{nj} — коефіцієнт повноти виходу відпрацьованих масел (залежить від особливостей конструкції ємності системи змазування, в'язкості вживаних масел, температури зливного масла, розташування та типу зливних отворів, місця установки конкретного типу устаткування), приймається в межах від 0,8 до 0,95. У загальному випадку K_{nj} є функцією f відношення кількості (об'єму) злитого масла $V_{\text{злит}}$ до кількості (об'єму) заправленого V_i .

$$K_{nj} = f \cdot (V_{\text{злит}}/V_i) . \quad (6.3)$$

Індивідуальна норма збору відпрацьованого моторного або індустріального мастила для всіх видів техніки й устаткування, а також автомобільного транспорту, тракторів, комбайнів, суднових двигунів і т. ін. розраховується за формулою:

$$N_{isj} = V_i \cdot K_{ni} \quad (6.4)$$

де N_{isj} — індивідуальна норма збору моторного або індустріального мастила для одиниці устаткування певного типу в натуральних одиницях, кг, т.

Групові норми визначають, як правило, розрахунково-аналітичним методом на основі індивідуальних норм і відповідних даних про парк устаткування. Вихідними даними для розрахунку групових норм збору відпрацьованих мастил в окремому підрозділі народного господарства є:

- індивідуальна норма збору відпрацьованих мастил конкретного устаткування або механізму;
- кількість машино-годин роботи устаткування, тис. км пробігу автомобіля, мотогодини тракторів, комбайнів, суднових двигунів та ін.

Проведений фахівцями аналіз показує, що норми збору мастил в Україні значно нижчі, ніж у багатьох інших країнах. Це обумовлюється, мабуть, відсутністю єдиних твердих норм втрат для відпрацьованих нафтопродуктів. Так, наприклад, у Польщі збір відпрацьованих індустріальних мастил становить 50%, а трансформаторних — 90%; приблизно такі ж норми збору нафтопродуктів установлені в Болгарії і ряді інших країн.

В Україні для різних підприємств міського господарства норми збору становлять: моторних мастил автотракторного парку — 25%, індустріальних відпрацьованих мастил — 35%. При цьому слід зазначити, що якщо збір нафтопродуктів груп ММВ (масло моторне відпрацьоване) і МІВ (масло індустріальне відпрацьоване) планується й нормується директивними органами, то збір груп СНВ (суміш нафтопродуктів відпрацьована), куди входять і нафтопродукти, практично не планується й не нормується.

Методичні основи визначення обсягів утворення відходів були розроблені практично у всіх провідних галузях промисловості країни. При розробці норм утворення й витрати ВМР і побічних продуктів, наприклад, у нафтопереробній і нафтохімічній промисловості користувалися наступними методами:

- для відходів, що утворюються в процесі фізико-хімічної переробки сировини, застосовувався розрахунковий метод; при цьому складають матеріальні баланси технологічних процесів, що представляють собою математичні вирази залежності нормованих видів відходів від визначальних факторів;
- для відходів, що утворюються при механічній і механіко-хімічній переробці (обробці) сировини, матеріалів, напівфабрикатів, поряд з розра-

хунковим можна користуватися дослідним або статистичним методом за умови належної організації обліку витрат матеріалів і напівфабрикатів на підприємстві.

Норму утворення відходів фізико-хімічної переробки (обробки) сировини й матеріалів розраховують як різницю між нормою витрати сировини й матеріалів на одиницю продукції та їх чистою (корисною) витратою, з урахуванням неминучих втрат, обумовлених технологічним режимом даного виробництва, а також рівнем організації виробничого процесу згідно формули:

$$N_{\text{утв}} = N - Q - q \cdot a, \quad (6.5)$$

де N — норма витрати сировини, матеріалів, кг/т, т/т, т/м, т/м² та ін.;

Q — чиста (корисна) витрата сировини, матеріалів на одиницю готової продукції, т, м²;

q — неминучі втрати при випуску готової продукції, м, шт. та ін.;

a — вид неминучих втрат, $a = 1 \dots n$.

Кількість відходів виробництва, що можуть бути використані для одержання нових видів продукції, згідно з формулою дорівнює:

$$N_{\text{відх}} = N_{\text{об}} \cdot V \cdot p \quad (6.6)$$

де V — обсяг продукції або сировини, при переробці якого утворюються відходи, т;

p — коефіцієнт, що враховує частку відходів, придатних для використання.

Підприємство повинно самостійно визначати та подавати відомості про подальше поводження з відходами за місцем надходження, зокрема зазначають: утилізацію, переробку, знешкодження, тимчасове зберігання, транспортування, захоронення, спалення чи компостування [11–13]. У зв'язку з цим розроблені галузеві методика визначення об'ємів ВМР для планування їх використання в промисловості. Методики містить: класифікацію ВМР і спосіб їх кодування; порядок встановлення норм утворення й витрати цих ресурсів; рекомендації із встановлення цін, організації обліку, звітності, планування й використання відходів, а також по визначенню економічної ефективності використання вторинних ресурсів.

Введення науково-обґрунтованих норм щодо збільшення збору й використання промислових відходів при одночасному матеріальному стимулюванні підприємств дозволить провести часткову заміну первинної сировини, знизити собівартість продукції, що дозволить розширити сировинну базу народного господарства, а також буде сприяти збереженню та раціональному використанню природних ресурсів і запобіганню забруднення навколишнього середовища.

6.3. Облік і прогнозування промислових відходів та забруднень

Важливим елементом облікової політики підприємства щодо відходів є визначення *нормативу утворення чи використання відходів*. Згідно зі ст. 7 Закону України «Про відходи» [2] відповідними міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, підприємствами, установами та організаціями за погодженням із спеціально уповноваженими органами виконавчої влади у сфері поводження з відходами встановлюються такі нормативи:

- граничні показники утворення відходів у технологічних процесах;
- питомі показники утворення відходів, використання та втрат сировини у технологічних процесах;
- інші нормативи, передбачені законодавством.

Норматив утворення відходу (включаючи відходи упаковки) визначається відповідними галузевими або чинними на підприємстві нормативними документами. Норматив утворення відходу за одиницю часу наводиться у відповідних одиницях продуктивності у вигляді дробі, у чисельнику якого зазначається фізична одиниця вимірювання кількості відходів чи упаковки, а в знаменнику — одиниця часу (наприклад, т/рік, шт./квартал, м³/місяць, одиниць/добу, контейнерів/зміну тощо). Якщо нормування утворення відходів здійснюється на основі конкретного показника виробництва норматив також наводиться у вигляді дробу, у знаменнику якого зазначається одиниця вимірювання показника виробництва (сировина, продукція, енергоносії, параметр процесу), наприклад, для виробництва взуття: тонн обрізків шкіри/1000 м² шкіряної сировини, або тонн обрізків шкіри/1000 пар виробленого взуття, або (для фасування олії) кількість ПЕТ-пляшок/тонну олії. Заходи з розроблення та впровадження науково обґрунтованих нормативів утворення відходів на одиницю продукції (сировини та енергії), виконання робіт і надання послуг, що регламентують їх кількісний та якісний склад, відповідно до передових технологічних досягнень, періодичного перегляду встановлених нормативів утворення відходів з урахуванням передового вітчизняного і зарубіжного досвіду, економічних можливостей та встановлення на основі затверджених нормативів (питомих показників обсягів утворення відходів) лімітів на утворення відходів, спрямованих на зменшення обсягів утворення відходів.

Одним із істотних моментів обліку відходів є визначення *напрямоків використання відходів*. Відповідно до Наказу Мінприроди України № 342 від 07.07.2008 «Про затвердження типової форми первинної облікової документації № 1-ВТ «Облік відходів та пакувальних матеріалів і тари та Інструкції щодо її заповнення» за кожним видом відходів підприємство повинно визначити об'єкт (об'єкти), куди надходять відходи або використана упаковка для утилізації або видалення. Наприклад, до таких об'єктів нале-

жать: станція нейтралізації або установка типу «Циклон» для спалювання відходів, які зосереджені безпосередньо на підприємстві; фірма, яка займається збиранням та заготівлею відходів як вторинної сировини (переробкою та утилізацією упаковки); полігон чи звалище для промислових чи побутових відходів; об'єкт тимчасового або довготривалого розміщення відходів. З метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про об'єкти утворення, оброблення та утилізації відходів ведеться їх *реєстр*, в якому визначаються номенклатура, обсяги утворення, кількісні та якісні характеристики відходів, інформація про поводження з ними та заходи щодо зменшення обсягів утворення відходів і рівня їх небезпеки. Реєстр ведеться на підставі звітних даних виробників відходів, відомостей спеціально уповноважених органів виконавчої влади у сфері поводження з відходами. Порядок ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів визначається Кабінетом Міністрів України.

Однак, слід відмітити, що облік невикористаних відходів промислових підприємств в Україні в даний час в повному обсязі не здійснюється. Він проводиться лише періодично у відомчому і регіональному масштабах. Так, розроблений кадастр технологічних відходів хімічних виробництв, який призначається фахівцями як довідковий документ при вирішенні питань забезпечення підприємств ресурсами, використання потенційних можливостей галузі для залучення вторинної сировини до промислового виробництва, при складанні обґрунтувань до проектів природоохоронних заходів і створенні мало- і безвідходних технологій.

Збір інформації щодо відходів і забруднень у промислових центрах звичайно проводиться методом анкетного опитування підприємств. Для проведення зазначеного обстеження розроблено форми звітності, які досить прості для заповнення й, у той же час, містять у собі необхідні параметри: кількість, склад відходів (їх фізичні та хімічні властивості й ін.); стан і напрями утилізації та знешкодження; показники розвитку підприємства; очікувані темпи приросту або скорочення кількості відходів по видах і способах утилізації; вартість одиниці відходів; пропозиції підприємств по напрямках утилізації й знешкодження відходів і ряд інших положень і т.д. Недоліком такого виду обліку є складності з одержанням заповнених анкет. Досвід показав, що до 50% підприємств не представляють своїх відомостей.

Установлено, що темпи росту промислового виробництва пропорційні обсягу відходів виробництва. Кількість відходів, що утворюються, підлягає експонентному закону й при збереженні існуючої технології виробництва буде зростати по такому ж закону.

Після обробки отриманих даних проводять прогнозування очікуваної кількості промислових відходів й забруднень, необхідної для вибору опти-

мальних організаційних, технологічних і санітарно-гігієнічних рішень по забезпеченню очищення від них міст і регіонів країни .

При всій розмаїтості *методів прогнозування* їх можна звести в три основні групи:

- методи екстраполяції;
- методи експертного прогнозування;
- методи моделювання процесів і явищ.

Для народного господарства в цілому велике значення мають прогностичні оцінки економічних наслідків від забруднення навколишнього середовища. Прогноз надходження забруднюючих речовин у природне середовище є однією з істотних частин Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища». Метою прогнозу є забезпечення інформацією про можливі зміни в стані різних об'єктів навколишнього середовища в Україні під впливом господарської діяльності й оптимальному природокористуванні в інтересах довгострокового соціально-економічного розвитку країни. При складанні прогнозу використовуються дані про очікуваний розвиток окремої галузі та пропозицій з урахуванням досягнення науково-технічного прогресу, що включає будівництво нових і реконструкцію діючих промислових об'єктів, зміна технологій і вихідної сировини. При відсутності планових показників утилізації вторинної сировини використовується метод екстраполяції й експертних оцінок. В нинішній час необхідні дані на перспективу, але вони не можуть бути представлені для всіх видів відходів. Це в першу чергу пов'язано з тим, що ряд перспективних методів використання відходів розробляється або проходить випробування. Тільки після цього можуть бути встановлені обсяги використання відходів і розміри капітальних вкладень на майбутнє.

З метою реалізації Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» у сфері поводження з відходами було розроблено «Програму використання відходів виробництва і споживання на період до 2005 року». Такий спосіб розв'язання важливої для нашої країни проблеми передбачав концентрацію та спрямування фінансових, матеріально-технічних, інтелектуальних та інших ресурсів на пріоритетні завдання та заходи щодо ресурсозбереження та зменшення негативного впливу відходів на довкілля і здоров'я людей. Це мало важливе значення для структурних зрушень в економіці, підвищення ефективності та стабільності її розвитку як на загальнодержавному, так і галузевому, регіональному і місцевому рівнях, а також сприяло розв'язанню соціальних проблем і підвищенню рівня зайнятості населення. У Програмі були враховані державні, регіональні та галузеві інтереси, оскільки в її розробленні брали участь представники всіх зацікавлених центральних та місцевих органів виконавчої влади. Програмою було передбачено розроблення та впровадження сучасних технологій, обладнання, устаткування та створення потужностей для переробки,

утилізації відходів з орієнтацією на вирішення пріоритетних економічних, екологічних та соціальних завдань, а також створення сприятливих умов виробникам та інвесторам для їх участі у вирішенні проблем використання відходів у нових умовах господарювання. Реалізація Програми дала змогу збільшити обсяг використання відходів на 20 відсотків порівняно з 1995–2000 роками, зменшити їх негативний вплив на довкілля та здоров'я людей та сформуванати дійову систему управління у сфері поводження з відходами. Основними завданнями Програми була реалізація політики управління у сфері поводження з відходами шляхом створення організаційних, нормативно-правових та інформаційних передумов, а також розроблення галузевих, регіональних і місцевих програм поводження з відходами; зменшення ресурсної залежності країни за рахунок використання вторинних ресурсів і зниження витрат первинної сировини (особливо імпортової) в загальному обсязі ресурсоспоживання; поліпшення діючих і створення нових технологій використання найбільш важливих видів вторинних ресурсів та перехід до мало- і безвідхідних технологій виробництва продукції; перехід до замкнутих циклів ресурсоспоживання.

Для реалізації Програми поряд з технічними передбачались заходи економіко-правового, нормативно-методичного, інформаційного, кадрового та організаційно-управлінського забезпечення. Частина заходів була орієнтована на перегляд і вдосконалення системи нормативної документації та статистичної звітності, яка зараз діє в країні. Зокрема, розроблена система стандартів щодо відходів відповідно до європейських та міжнародних. Для інформаційного забезпечення розроблені заходи щодо створення системи обліку, накопичення та обміну інформацією, моніторингу поводження з відходами, інформаційних баз даних щодо відходів та технологій поводження з ними.

Таким чином, якщо розглядати роботи по управлінню відходами (інвентаризація, ідентифікація та паспортизація відходів і подальше поводження з ними) з точки зору системного підходу, як частковий випадок впровадження системи управління навколишнім природним середовищем у відповідності з міжнародними стандартами серії ISO 14000, в яких означені роботи є невід'ємними ланками одного ланцюга, в якому виконавці всіх рівнів зацікавлені в кінцевому результаті — тоді є надія, що вищезазвані проблеми будуть усунені, а замість містечковості прийде розуміння, що всі ми, кожний на своєму місці, виконуємо одну роботу — покращення екологічного стану підприємства, галузі, області, України, континенту, планети Земля.

Питання для самоконтролю

- 1) Як здійснюється нормування, перелік та прогнозування відходів та обсягу забруднень?
- 2) Які існують нормативні документи з питань поводження з відходами?
- 3) Як затверджуються норми утворення твердих відходів на підприємстві?
- 4) Які існують правила накопичування та утилізації твердих відходів?
- 5) Як нормується збір промислових відходів?
- 6) Як нормується якість навколишнього середовища (НС)?
- 7) Для чого здійснюється облік і прогнозування промислових забруднень?

Бібліографічний список

Основна використана література

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». – К.: Україна, 1991. – 59 с.
2. Закон України «Про відходи» від 05.03.1998 р. № 187/98-ВР // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 22.06.2017)
3. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», (№ 4004 XII від 24 лютого 1994 року) // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12> (дата звернення: 22.06.2017)
4. Закон України «Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами» від 14.09.2000 р. № 1947-III // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1947-14> (дата звернення: 22.06.2017)
5. Закон України «Про приєднання України до Базельської конвенції про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх видаленням» від 01.07.1999 р. № 803-XIV // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/803-14> (дата звернення: 22.06.2017)
6. Постанова Кабінету Міністрів України від 03.08.1998р. № 1218 «Про затвердження Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів» // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1218-98-%D0%BF> (дата звернення: 22.06.2017)
7. Постанова Кабінету Міністрів України від 01.08.1999 р. №2034 «Про затвердження Порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів» // База даних «Законодавство України»/ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2034-99-%D0%BF> (дата звернення: 22.06.2017)
8. Постанова Кабінету Міністрів України від 03.08.1998 р. №1217 «Про затвердження Порядку виявлення та обліку безхазяйних відходів» // База даних «За-

- конодавство України»/ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1217-98-%D0%BF> (дата звернення: 22.06.2017)
9. Постанова Кабінету Міністрів України від 03.08.1998 р. №1216 «Про затвердження Порядку ведення реєстру місць видалення відходів» // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1216-98-%D0%BF> (дата звернення: 22.06.2017)
 10. Наказ Мінекобезпеки від 14.01.1999 р. №12 «Про затвердження Інструкції про зміст і складання паспорта місць видалення відходів» (зареєстрований в Мін'юсті України 03.02.99 №60/3353) // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0060-99> (дата звернення: 22.06.2017)
 11. Постанова Кабінету Міністрів України від 31.08.1998 р. №1360 «Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів» // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1360-98-%D0%BF> (дата звернення: 22.06.2017)
 12. Наказ Мінекобезпеки від 17.02.1999 р. №41 «Про затвердження Форми реєстрової карти об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів та Інструкції щодо її складання» (зареєстрований в Мін'юсті України 18.03.99 №169/3462) // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0169-99> (дата звернення: 22.06.2017)
 13. Наказ Мінприроди України від 07.07.2008 № 342 «Про затвердження типової форми первинної облікової документації № 1-ВТ «Облік відходів та пакувальних матеріалів і тари» та Інструкції щодо її заповнення» // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0824-08> (дата звернення: 22.06.2017)
 14. *Гуцалюк З.В.* Учет производственных отходов: проблемы методики и организации // Бухгалтерский учет и аудит. — 2004. — № 3. — С. 9–12.
 15. *Итинская Н.И., Кузнецов Н.А.* Справочник по топливу, маслам и техническим жидкостям. — М.: Колос, 1982. — 208 с.

Література, рекомендована для поглибленого вивчення курсу

16. *Новиков Ю.В.* Экология, окружающая среда и человек : учеб. пособие / 3-е изд. — М.: ФАИР-Пресс, 2005. — 736 с.
17. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище : навч. посіб. / Під ред. В.В. Тарасова, А.С. Малиновський, М.Ф. Рибак. — К.: Центр навчальної літератури, 2007. — 276 с.
18. *Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А.Г., Корпач А.О., Мерзиевська Л.П.* Екологія та автомобільний транспорт : навч. посібник. — К.: Арістей, 2006. — 292 с.
19. *Гринин А.С., Новиков В.Н.* Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка : учеб. пособие. — М.: Гранд, 2002. — 330 с.
20. *Пальгунов П.П., Сумаракос М.В.* Утилизация промышленных отходов. — М.: Стройиздат, 1990. — 347 с.
21. Екологічний менеджмент : навч. посіб. / За ред. В.Ф.Семенова, О.Л. Михайлюк. — К.: Знання, 2006. — 366 с.

22. Луганщина – край турботи та надії / За матеріалами річного звіту про стан навколишнього природного середовища в Луганській області у 2009 році. — Луганськ, 2009. — 137 с.
23. Програма використання відходів виробництва і споживання на період до 2005 року. Затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 28 червня 1997 р. №668 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/668-97-%D0%BF> (дата звернення: 22.06.2017)
24. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96 // База даних «Закони України» / Главный правовой портал Украины. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN7371.html (дата звернення: 22.06.2017)

7. ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ І УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ

7.1. Еколого-економічна проблема відходів виробництва і споживання

Велике число взаємопов'язаних задач поводження з відходами та їх висока складність вимагає системного підходу в питаннях управління відходами.

Управління відходами — складова частина загальної системи управління. Структура, відповідальність, практичні методи, процедури і процеси повинні координуватися з роботами в інших областях, наприклад, у виробничій і економічній діяльності, в області охорони здоров'я населення та ін. Сама по собі ця структура існувати не зможе, тому вона повинна бути включена в систему екологічного управління (екологічного менеджменту).

У зв'язку з цим можна виділити наступні етапи розвитку системи управління відходами в другій половині ХХ ст.:

- розміщення відходів на дрібних звалищах (наприклад, в Голландії в 70-х роках їх налічувалося близько 400);
- кінець 70-х років: будівництво полігонів — інженерних споруд з системами очищення фільтрату стічних вод і утилізацією біогазу;
- 80-ті роки — розвиток системи роздільного збору ТПВ, розвиток ринку вторинної сировини;
- 90-ті роки — переробка ТПВ з виділенням органічної складової і подальшим її компостуванням;
- сучасна схема переробки ТПВ: сортування відходів (з метою відбору вторинної сировини), відділення органічної частини (з метою компостування) і твердих фракцій (підлягають спалюванню або похованню).

Україна в даний час знаходиться приблизно на початку переходу від першого етапу до другого.

Перехід від полігонного поховання всієї маси ТПВ до промислової переробки до 50–60% її маси є основною тенденцією вирішення проблеми відходів в світовій практиці. Необхідно розуміти, що практичне рішення промислової переробки відходів пов'язано з великими капітальними вкладеннями, тому будівництво об'єктів промислової переробки відходів здійснюється досить повільно.

Для того, щоб реалізувати норми, закладені в Законі «Про охорону навколишнього природного середовища» [1] необхідно було розроблення Закону України «Про відходи» [2], основною метою якого є забезпечення стабілізації, а надалі — скорочення забруднення навколишнього середовища відходами виробництва і споживання, економія природних ресурсів за рахунок максимального повернення вторинних ресурсів в промислове виробництво.

Управління відходами починається із зміни погляду на побутові відходи. Відомому експерту проблеми відходів Полу Коннетту належить афористичне формулювання, що виражає цей новий погляд: «Сміття — це не речовина, а мистецтво змішувати разом різні корисні речі та предмети, тим самим визначати їм місце на звалищі». Традиційні підходи до проблеми відходів орієнтувалися на зменшення небезпечного впливу на навколишнє середовище шляхом ізоляції звалища від ґрунтових вод, очищення викидів сміттєспалювальних заводів та ін.

Основа концепції управління відходами полягає в тому, що відходи складаються з різних компонентів, які повинні не змішуватися між собою, а утилізуватися окремо один від одного найекономічнішими й екологічно прийнятними способами.

Система припускає, що в додаток до традиційних способів невід'ємною частиною утилізації відходів повинні стати заходи щодо скорочення кількості відходів, повторна переробка відходів і компостування. При цьому передбачається, що сприяти ефективному рішенню проблеми відходів може комбінація декількох взаємодоповнюючих програм і заходів, а не одна технологія, хай навіть найсучасніша.

Для кожного конкретного регіону необхідний вибір певної комбінації підходів, які враховують місцевий досвід і місцеві ресурси. План заходів в системі управління відходами ґрунтується на вивченні потоків відходів, що утворюються в різних галузях виробництва (у тому числі й в побуті), оцінці існуючих варіантів і включає здійснення невеликих експериментальних проєктів, що дозволяє зібрати інформацію та набути досвід.

В даний час управління відходами регулюється окремими положеннями законів, нормативних документів, ухвал та правил в області охорони навколишнього середовища та поводження з відходами.

Сучасна структура системи екологічного права поєднує правове регулювання природокористування за об'єктами з функціональним регулюванням охорони навколишнього середовища і екологічної безпеки.

Законом «Про відходи» визначається поняття «поводження з відходами» — це «діяльність, в процесі якої утворюються відходи, а також діяльність по збору, використанню, знешкодженню, транспортуванню і розміщенню відходів». В іноземних нормативно-правових документах і технічній літературі використовується термін «управління відходами» («waste

management»), який останнім часом стали активно використовувати й в Україні.

Використання комплексу різних методів переробки відходів, орієнтованого на регіональне і галузеве застосування, складає *систему управління відходами*. Вона повинна будуватися у вигляді ієрархічної структури, в якій пріоритет віддається методам, зменшуючим утворення відходів, їх повторному використанню і переробці, що дозволяє знизити обсяг відходів, підлягаючих захороненню або знищенню.

Ієрархія системи управління відходами наступна:

Скорочення відходів «у джерела» (зменшення загальної кількості відходів і зменшення їх токсичності та інших шкідливих властивостей, що досягається шляхом переорієнтації виробників і споживачів на продукти і упаковку, які приводять до меншої кількості відходів).

Вторинна переробка (включає компостування) — «рециклінг» — дозволяє якнайповніше використовувати сировину, матеріали і скоротити кількість відходів виробництва, що утворюються, а також істотно зменшити кількість відходів споживання, які потрапляють на звалища або сміттєспалювання.

«Рекуперація» — це переробка матеріалів, яка включає компостування органічної речовини, переплавлення скла, металу, пластику та інші форми рекуперації корисних матеріалів, які запобігають їх захороненню; при цьому *рециклінг* — повернення відходів в той самий технологічний процес, який привів до їх утворення, а *рекуперація* — це використання відходів після обробки або до неї в інших технологічних процесах або для отримання енергії.

Генерування енергії. Сміттєспалювання зменшує обсяг відходів, що потрапляють на звалища, і може використовуватися для виробництва електроенергії. Сучасні сміттєспалювальні заводи обладнуються системами очищення викидів, генераторами електроенергії, що використовуються в комбінації з іншими методами.

Захоронення на полігонах залишається необхідним для відходів, які не підлягають вторинній переробці, які не згорають або згорають з виділенням токсичних речовин. Сучасні санітарні полігони, які відповідають екологічним вимогам, мало нагадують знайомі всім звалища: вони є найскладнішими інженерними спорудами, що обладнані системами боротьби із забрудненнями води і повітря та дозволяють використовувати метан, що утворюється в процесі перегнівання сміття, для виробництва тепла і електроенергії.

Використання різноманітних комбінацій рециклізації, переробки, компостування і зниження обсягів відходів приводить до найефективнішого функціонування системи і кінець кінцем до зменшення кількості відходів, що утворюються.

При цьому структура управління відходами повинна бути організована так, щоб вона мала змогу пристосовування до мінливих умов в економічній і технологічній сфері, тобто розвиватися і удосконалитися відповідно змінам підходів до управління та методів переробки матеріалів. Елементи гнучкості, мобільності і послідовності, які забезпечують розвиток системи управління відходами на базі результатів і досвіду попередніх етапів її розробки і експлуатації, представляють умови для її саморозвитку.

Концепція створення системи управління відходами передбачає розробку комплексу зв'язаних в єдине ціле організаційно-управлінських, правових, нормативно-методичних, технічних і економічних засобів щодо поводження з відходами, ведення моніторингу відходів, реалізацію перспективних наукових розробок, направлених як на підвищення технічного рівня переробки відходів, так і на створення та впровадження маловідходних технологій.

Одним з основних напрямів в цій області є вдосконалення інформаційного забезпечення та підготовка фахівців щодо поводження з відходами.

В Україні в даний час немає єдиної інформаційної системи щодо відходів. Частково таку інформацію можна знайти в державній статистичній звітності (форма №1-екологічні витрати «Звіт про поточні витрати на охорону природи, екологічні платежі на плату за природні ресурси» (річна)), в екологічних паспортах підприємств і «Лімітах на розміщення відходів» (форма 1-токсичні відходи «Звіт про утворення, використання та знешкодження токсичних відходів» (річна)). Законодавчо закріплено, що на будь-якому підприємстві повинні бути розроблені Проекти нормативів утворення відходів і ліміти на їх розміщення в цілях зменшення кількості їх утворення [2].

Для створення державної єдиної системи накопичення, зберігання інформації та поводження з нею для оптимального функціонування системи управління відходами необхідно проводити роботу за наступними напрямами:

- науково-методичне забезпечення;
- формування спеціалізованих банків;
- довідково-інформаційне забезпечення споживачів.

На даний час в країні існує Державний Класифікатор відходів ДК 005-96 (далі — КВ) [3], який на базі уніфікації системи обліку та звітності дає можливість вирішити широке кола питань державного управління відходами — як еколого-небезпечним чинником та як складовою частиною раціонального ресурсокористування.

Чинний КВ, затверджений і введений в дію з початку 1996 року, на даний час перестав відповідати вимогам практики державного обліку і паспортизації відходів, а також вимогам гармонізації з міжнародними, передусім європейськими стандартами у цій сфері. Тому виникає необхідність

доопрацювання КВ виходить також з потреб спрощення структури, редакційного і термінологічного коригування тощо.

Об'єктом класифікації у КВ є відходи, які згідно з Законом України «Про відходи» визначаються як «будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення».

Виключенням із зазначеної категорії речовин є не вловлювані газоподібні речовини, що викидаються безпосередньо у повітря, і речовини, що скидаються із стічними водами у водні об'єкти (крім тих, які акумулюються і підлягають вивезенню у спеціально відведені місця складування). Із об'єктів класифікації виключаються також радіоактивні відходи і забруднені радіонуклідами речовини, матеріали і предмети, як такі, поводження з якими регулюється спеціальними нормативними актами.

В цілому стосовно об'єкту класифікації мова йде про тверді відходи, хоча під цією назвою як в міжнародній, так і у вітчизняній практиці мається на увазі не тільки власне тверді речовини, але також і речовини шламо-, смоло-, пасто-, емульсо-, суспензо-, пилоподібного фізичного стану.

Відходи утворюються практично у всіх сферах людської діяльності, охоплюючи як сферу виробництва, так і сферу споживання. До основних їх категорій за джерелами утворення належать:

- залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що утворюються при виробництві продукції, виконанні робіт, наданні послуг і які повністю або частково втратили вихідні споживчі якості;
- розкривні породи та мінеральні залишки, що утворюються при видобуванні та збагаченні корисних копалин;
- речовини та їх суміші, що утворюються в термічних, хімічних та інших процесах і які не є метою даного виробництва (шлак, зола, кубові залишки, шлам тощо);
- залишки сільськогосподарського виробництва, а також від виготовлення продуктів харчування;
- машини, механізми, устаткування та їх комплектуючі, що відпрацювали свій термін експлуатації;
- вироби, матеріали, товари і предмети широкого вжитку, які втратили свої споживчі якості, залишки продуктів харчування;
- використані пакувальні матеріали;
- продукція, забруднена небезпечними речовинами, а також не ідентифікована продукція;
- осади очисних споруд;
- залишки від медичного та ветеринарного обслуговування.

Об'єкти класифікації класифікуються за подвійним принципом, а саме: групування відходів з одного боку — за однорідними виробничими те-

хнологічними процесами і з іншого — створення інтегрованих угруповань тих відходів, які є наскрізними (однорідними) для різних видів економічної діяльності. Це відповідає європейській практиці, ліквідує багаточисленне дублювання і скорочує загальний обсяг класифікатора. КВ в своїх вихідних угрупованнях (в межах базової частини коду) гармонізовано з відповідними угрупованнями відходів європейського Переліку відходів, прийнятого (схваленого) Рішенням Європейського Співтовариства (Commission Decision 2001/118/ EC від 16 січня 2001 р.) відповідним чином відредаговано класифікаційні угруповання за основними розділами та визначення назв відходів. При цьому збережено особливості національної системи обліку відходів та забезпечено відтворення їх специфічної номенклатури та назв.

Нова редакція класифікатора заснована на використанні переліку «стандартних» назв відходів або застосуванні до них правил встановлення назви згідно з вітчизняною та європейською практикою.

Перелік відходів за своєю структурою, ієрархією та системою кодування є відкритим. Передбачається, що він буде періодично переглядатися та підлягати ревізії (доповненню та зміні) як у відповідності з аналізом вітчизняного досвіду, так і у відповідності зі змінами в міжнародній (передусім європейській) практиці класифікації (каталогізації) відходів.

Небезпечні відходи за новою редакцією КВ відмічаються в переліку окремим знаком «*» (зірочкою). Наявність цього знаку в загальному випадку свідчить лише про потенційну небезпеку відходів та визначає необхідність застосування щодо кожного з них відповідних нормативних застережень і вимог. На базі загального переліку має формуватися список (перелік) небезпечних відходів. При цьому останній не може включати будь-яких відходів поза номенклатурою загального переліку відходів.

Відходи у КВ визначаються восьмизначним цифровим кодом, який складається з чотирьох двозначних розрядів згідно з нижченаведеною схемою.

Загальне кодове позначення об'єктів КВ:

Цифрові індекси:	XX	XX	XX	XX
Розряди коду:	1	2	3	3
	розділ	група	підгрупа	тип
				(найменування)
Структура:				
				додатковий код
				базовий код

Структурно загальний код складається з двох частин — шестизначного базового (основного) коду та двозначного додаткового. Перший розряд коду визначається як розділ, другий — як група, третій — як підгрупа і четвертий — як тип.

Базова частина коду забезпечує взаємозв'язок вітчизняного КВ з європейським Переліком відходів, відповідаючи у цій частині вихідним угрупованням останнього.

Додаткова частина коду забезпечує відображення у КВ національної специфіки щодо номенклатури відходів. (Структурно додатковий код прив'язується до цифрового індексу 99 у третьому розряді коду і в окремих випадках до цього ж індексу у другому розряді коду).

Вся сукупність відходів поділяється у першому розряді на двадцять вихідних угруповань (глав (chapters) за європейським Переліком відходів). Відповідно до зазначеного розділи 01–12 та розділи 17–20 сформовано переважно за виробничими технологічними процесами, а розділи 13, 14, 15 — за належністю відходів до «наскрізних».

До останньої категорії належить також розділ 16, але це угруповання є більш відкритим і об'єднує найбільш специфічні та характерні майже для всіх видів економічної діяльності відходи.

Нарешті, всі класифікаційні розряди (крім першого) містять код 99, що дозволяє накопичувати за цією позицією інформацію про неохоплені та не досить ідентифіковані відходи (для наступного врахування при перегляді класифікатора).

При цьому треба відмітити, що при розробці системи державного (і регіонального) управління відходами слід виходити з того, що об'єктами управління є як всі джерела утворення відходів, так і їх споживачі, а управління повинне здійснюватися за трьома стратегічними напрямками:

- створення умов для зниження кількості відходів;
- забезпечення зростання обсягів використання відходів;
- створення екологічно безпечних умов зберігання і захоронення відходів.

В умовах ринкової економіки пріоритет повинен належати правовим, нормативним і економічним методам управління, тобто можна використовувати як методи економічного стимулювання, так і методи економічної дії. Більш детально ці методи будуть розглянуті далі в цьому розділі.

Треба відзначити, що в даний час виробники відходів не несуть всю повноту економічного та соціального тягара щодо їх знищення, перекладаючи його на суспільство. Тому виробник відходів повинен компенсувати повну суспільну вартість поводження з відходами. Це стимулюватиме виробника до впровадження технологій, знижуючих утворення відходів в процесах виробництва.

Щоб і у виробника, і в населення з'явилися стимули до зменшення виробництва відходів, необхідно, де це можливо, пов'язати плату з реальним обсягом відходів, які відправляються на захоронення. Така схема може ефективно працювати при умовах використання адміністративних і штрафних санкцій одночасно, а також в поєднанні з іншими методами інтегрованої системи.

7.2. Визначення розміру платежів за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі

Оцінка ефективності системи управління охорони навколишнього середовища визначається рівнем екологічних податків (платежів) за сукупні забруднення при здійсненні господарської діяльності підприємства. Сукупні забруднення складаються із забруднюючих речовин, які скидаються у водні об'єкти і викидаються в атмосферу, а також твердих відходів господарської діяльності підприємства. Об'єктивність встановлення розмірів екологічних платежів за різні категорії забруднень є об'єктом екологічного аудиту. Тому контроль фінансового стану системи управління охороною навколишнього середовища стимулює діяльність екологічного менеджменту щодо підтримки стану системи. В той же час, на даному етапі екологічні платежі є єдиним механізмом економічного регулювання ефективності системи управління охорони навколишнього середовища.

На території України існують єдині правила встановлення плати за викиди й скидання забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище та розміщення в ньому відходів виробництв, а також стягнення відповідних платежів з підприємств, установ і організацій.

Власники відходів, для яких платежі за розміщення відходів всіх класів небезпеки не перевищують 10 грн. в рік, а також власники побутових відходів, що уклали договори на розміщення відходів з підприємствами комунального господарства і власники відходів, що отримали ліцензію на збір і заготівлю окремих видів відходів як вторинної сировини, звільняються від отримання лімітів на утворення і розміщення відходів.

Один з різновидів розміщення відходів — *їх зберігання* — операція тимчасова. При передачі відходів, що зберігаються, для їх утилізації або захоронення обсяг розміщених відходів зменшується. Це і визначає відмінність в методиці розрахунку збору за розміщення відходів від розрахунку збору за викиди (скидання) шкідливих речовин в навколишнє середовище стаціонарними і пересувними джерелами забруднення.

Згідно *Листа Міністерства екології та природних ресурсів України №4914-к/26-11/115-1 від 14.05.2003 р. повідомляється, що в розрахунках збору за розміщення відходів мають бути вказані фактичні обсяги відхо-*

дів, які протягом звітного періоду **дійсно розміщуються** на території суб'єкта господарської діяльності. Обсяги відходів, переданих на договірних основах іншим суб'єктам господарської діяльності, вже не є власністю суб'єкта, що передав їх, і тому не повинні враховуватися в розрахунках збору за розміщення відходів, який повинен стягатися з цього суб'єкта.

Ліміти розміщення відходів у навколишньому природному середовищі визначаються для підприємств як фізичний обсяг відходів за класами їх токсичності згідно з дозволами на розміщення, що видаються у встановленому порядку і приводяться в тоннах на рік [4].

Нормативом плати за розміщення відходів у межах встановлених лімітів є розмір плати за одну тонну конкретної забруднюючої речовини або класу забруднюючих речовин.

Всі види екологічних платежів засновані на нормативних ставках, встановлених органами національної виконавчої влади (за відсутності екологічного кадастру) і визначається відповідно нової методики, яка умовно отримала назву «витратна», суть якої полягає в тому, що на першому етапі для всіх підприємств країни обчислюється єдиний базовий норматив плати за забруднення природного середовища:

$$H_n = \frac{K}{\sum M_j} \quad (7.1)$$

де H_n — базовий норматив плати за розміщення 1 т відходів i -го виду в межах встановленого ліміту, грн/т.;

K — капітальні вкладення, необхідні для розробки та впровадження природоохоронних заходів для кожного конкретного регіону;

M_j — приведена маса викиду забруднюючих речовин за певний проміжок часу (рік), т. Цей показник можна визначити за формулою:

$$\sum M_j = \sum m_i A_i \quad (7.2)$$

де m_i — маса викидів забруднюючої i -ої речовини;

A_i — коефіцієнт агресивності конкретної речовини, який визначається як зворотна величина за $ГДК_{сд}$ (середньодобовий $ГДК$).

Тоді сума платежів за забруднення навколишнього середовища буде становити:

$$\Pi = H_n \sum M_\phi \quad (7.3)$$

де H_n — нормативна плата;

M_{ϕ} — фактична маса скиду (викиду забруднюючих речовин в природне середовище.

Плата за розміщення твердих відходів підрозділяється на два види:

- плата за розміщення твердих відходів в межах встановлених лімітів;
- плата за розміщення твердих відходів при перевищенні встановлених лімітів.

За понадлімітне розміщення відходів встановлюється підвищений розмір плати на підставі базових нормативів плати, коефіцієнтів, що враховують територіальні екологічні особливості, і коефіцієнтів кратності плати за понадлімітні викиди й скидання забруднюючих речовин і розміщення відходів. За понадлімітне розміщення відходів плата стягується в підвищеному розмірі, нормативи плати за розміщення відходів визначає Кабінет Міністрів України.

У разі відсутності на підприємстві затверджених у встановленому порядку лімітів на розміщення відходів плата за розміщення відходів стягується як понадлімітна.

Суми збору, що стягується за розміщення відходів ($\Pi_{відх}$), обчислюються платниками самостійно щокварталу наростаючим підсумком з початку звітного року на підставі затверджених лімітів, виходячи з фактичних обсягів розміщення відходів, нормативів збору і коефіцієнтів корегувань з таблиць 7.2 і 7.3. Плата за розміщення відходів визначається за формулою:

$$\Pi_{відх} = \sum_{i=1}^n [H_{бi} M_{ліi} + (K_n H_{бi} M_{пi})] K_m K_o K_{інд}, \quad (7.4)$$

де $H_{бi}$ — базовий норматив плати за розміщення 1 т і-го виду в межах ліміту (згідно з дозволами на розміщення) грн/т;

$M_{ліi}$ — річна маса відходів і-го виду в межах ліміту (згідно з дозволами на розміщення), т;

K_n — коефіцієнт кратності збору за понадлімітне розміщення відходів, рівний 10 (з 31.07.2009 р., а до цієї дати дорівнював 5).

$M_{пi}$ — маса понадлімітного річного розміщення відходів і-го виду, т;

K_m — коефіцієнт, який враховує розташування місця (зони) розміщення відходів;

K_o — коефіцієнт, який враховує характер обладнання місця розміщення відходів;

$K_{інд}$ — коефіцієнт індексації.

Базові нормативи плати за розміщення 1 т відходів і-го виду у навколишньому природному середовищі (H_{bi}) встановлюються з урахуванням їх небезпечності для навколишнього природного середовища й оцінки економічних збитків від розміщення відходів у природному середовищі та затверджуються Міністерством охорони навколишнього природного середовища України за погодженням з Міністерством економіки України та Міністерством фінансів України.

Коефіцієнт K_m , який враховує розташування місця (зони) розміщення відходів у навколишньому середовищі, визначається за умов, визначених в табл. 7.2.

Таблиця 7.2

Значення K_m відносно розташування місця (зони) розміщення відходів

Місце(зона) розміщення відходів	K_m
В адміністративних межах населених пунктів, або на відстані менше 3 км від них	3,0
За межами населених пунктів (на відстані більше 3 км від їх меж)	1,0

Коефіцієнт K_o , який враховує характер обладнання місця розміщення відходів у навколишньому середовищі, визначається відповідно до значень з табл. 7.3.

Таблиця 7.3

Значення K_o відповідно до обладнання місця розміщення відходів

Характер обладнання місця розміщення відходів	K_o
Спеціально створені місця складування (полігони), які забезпечують захист атмосферного повітря та водних джерел від забруднення	1,0
Звалища, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних джерел	3,0
Місця неорганізованого складування відходів (без відповідного дозволу)	10,0

За розміщення відходів, на які не встановлений клас небезпеки, застосовується норматив збору як за розміщення відходів 1 класу небезпеки.

Люмінесцентні лампи, що використовуються на багатьох підприємствах, містять речовини, віднесені *до небезпечних відходів*, а саме ртуть і свинець. Згідно **Класифікаторові відходів ДК 005-96** лампи люмінесцентні і відходи, що містять ртуть, інші зіпсовані або відпрацьовані (код 7710.3.1.26), віднесені до категорії відходів, які сортують і збирають окре-

мо, що також свідчить про те, що позбавитися від таких відходів звичайним способом не можна.

Обираючи спосіб утилізації відпрацьованих люмінесцентних ламп, який відповідав би чинному законодавству, більшості підприємств, які зазвичай не мають статусу суб'єктів в сфері поводження з небезпечними відходами, слід керуватися *відповідними нормами Закону «Про відходи»*. Отже, для того, щоб регулярно позбавлятися від зіпсованих люмінесцентних ламп, підприємство повинно укласти договір про їх утилізацію з однією із спеціалізованих організацій.

Таким чином, якщо обидві сторони договору про утилізацію люмінесцентних ламп не порушують встановлену ним періодичність передачі ламп на утилізацію, то у суб'єкта господарювання не виникає обов'язок сплачувати збір за забруднення щодо таких відходів, оскільки це підприємство не здійснює їх розміщення. Обсяги відходів, переданих на договірних основах спеціалізованої організації, вже не є власністю підприємства, що передало їх, і тому не повинні враховуватися в розрахунках збору за розміщення відходів, який повинен стягуватися з цього підприємства.

Суми збору, який стягується за утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені), обчислюються платниками збору експлуатуючими організаціями (операторами) атомних електростанцій самостійно щокварталу наростаючим підсумком з початку звітного року на основі показників виробництва електричної енергії, нормативу збору, приведеного в таблиці 1.10 додатку 1 до Порядку № 303, а також пропорційно об'єму і активності радіоактивних відходів виходячи з фактичного об'єму радіоактивних відходів, утворених за базовий податковий (звітний) період, календарний квартал, і з фактичного об'єму радіоактивних відходів, накопичених **до 1 квітня в 2009 р.**, і певного коригуючого коефіцієнту, приведеного відповідно в таблиці 2.6 доповнення 2 до Порядку № 303, за формулою:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{АЕСвдх}} = & Q_{\text{ф}} \cdot H_{\text{бі}} + (P_{\text{нс}} \cdot C1_{\text{нс}} \cdot V1_{\text{нс}} + P_{\text{в}} \cdot C1_{\text{в}} \cdot V1_{\text{в}}) + \\ & + 1/32 \cdot (P_{\text{нс}} \cdot C2_{\text{нс}} \cdot V2_{\text{нс}} + P_{\text{в}} \cdot C2_{\text{в}} \cdot V2_{\text{в}}) \end{aligned} \quad (7.5)$$

де $\Pi_{\text{АЕСвдх}}$ — сума збору, що стягується за утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені) експлуатуючими організаціями (операторами) атомних електростанцій, обчислена за базовий податковий (звітний) період, календарний квартал, гривень з копійками;

$Q_{\text{ф}}$ — фактичний обсяг електричної енергії, вироблений за базовий податковий (звітний) період, календарний квартал експлуатуючими організаціями (операторами) атомних електростанцій, кВт-год;

H_{6i} — норматив збору, який стягується за електричну енергію, вироблену експлуатуючими організаціями (операторами) атомних електростанцій, що переглядається у разі потреби один раз в рік, гривень за 1 кВт-год;

$1/32$ — коефіцієнт реструктуризації збору по накопичених до 1 квітня 2009 року радіоактивним відходам (коефіцієнт діє з 1 квітня 2011 року до 1 квітня 2019 року, протягом іншого періоду рівний 0);

$P_{нс}, P_{в}$ — коригуючі коефіцієнти (приведені в таблиці 2.6 додатку 2 до Порядку № 303);

$C1_{нс}$ — собівартість зберігання 1 куб. метра (1 куб. сантиметра радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання) низькоактивних і середньоактивних радіоактивних відходів, утворених їх виробниками за базовий податковий (звітний) період, гривень з копійками;

$C1_{в}$ — собівартість зберігання 1 куб. метра (1 куб. сантиметра радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання) високоактивних радіоактивних відходів, утворених їх виробниками за базовий податковий (звітний) період, гривень з копійками;

$C2_{нс}$ — собівартість зберігання 1 куб. метра (1 куб. сантиметра радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання) низькоактивних і середньоактивних радіоактивних відходів, накопичених їх виробниками до 1 квітня 2009 року, гривень з копійками;

$C2_{в}$ — собівартість зберігання 1 куб. метра (1 куб. сантиметра радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання) високоактивних радіоактивних відходів, накопичених їх виробниками до 1 квітня 2009 року, гривень з копійками;

$V1_{нс}$ — фактичний обсяг низькоактивних і середньоактивних радіоактивних відходів, прийнятих в сховищі експлуатуючих організацій (оператора) атомних електростанцій за базовий податковий (звітний) період, календарний квартал, куб. метрів (куб. сантиметрів — для радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання);

$V1_{в}$ — фактичний обсяг високоактивних радіоактивних відходів, прийнятих в сховищі експлуатуючих організацій (оператора) атомних електростанцій за базовий податковий (звітний) період, календарний квартал, куб. метрів (куб. сантиметрів — для радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання);

$V2_{нс}$ — фактичний об'єм низькоактивних і середньоактивних радіоактивних відходів, накопичених в сховищах експлуатуючих організацій (операторів) атомних електростанцій до 1 квітня 2009 року, куб. метрів (куб. сантиметрів — для радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання);

$V2_{в}$ — фактичний обсяг високоактивних радіоактивних відходів, накопичених в сховищах експлуатуючих організацій (операторів) атомних

електростанцій до 1 квітня 2009 року, куб. метрів (куб. сантиметрів — для радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання).

Інші платники збору — суб'єкти діяльності у сфері використання ядерної енергії, перелік яких визначений в установленому порядку, обчислюють суми збору пропорційно обсягу й активності радіоактивних матеріалів щокварталу наростаючим підсумком з початку звітного року, який сплачується в загальному розмірі 10% вартості кожного джерела іонізуючого випромінювання, який визначається за датою придбання цього джерела. Вартість задачі накопичених до 1 квітня 2009 року радіоактивних відходів для таких суб'єктів визначається за договорами між виробниками радіоактивних відходів і спеціалізованими підприємствами щодо поводження з радіоактивними відходами.

Не стягується збір за утворення радіоактивних відходів з суб'єктів діяльності у сфері використання ядерної енергії, які:

1) уклали договір по поверненню відпрацьованого закритого джерела іонізуючого випромінювання за межі України підприємству-виробникові такого джерела;

2) здійснюють поводження з радіоактивними відходами, що утворилися в результаті Чорнобильської катастрофи, в частині діяльності, пов'язаної з такими відходами.

Суми збору, що стягується за тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад встановлений термін, обчислюються платниками збору — виробниками радіоактивних відходів самостійно щокварталу наростаючим підсумком з початку звітного року на підставі нормативів збору та пропорційно терміну зберігання таких відходів понад встановлений термін за формулою:

$$P_{\text{зберігання}} = H \cdot V \cdot T_{\text{зберігання}} \quad (7.6)$$

де $P_{\text{зберігання}}$ — сума збору, що стягується за тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад встановлений термін, обчислена за базовий податковий (звітний) період, календарний квартал, гривень з копійками;

H — норматив збору, що стягується за тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад встановлений особливими умовами ліцензії терміну, приведений в таблиці 1.11 додатку 1 до Порядку № 303;

V — фактичний обсяг радіоактивних відходів, які зберігаються у виробника таких відходів понад встановлений особливими умовами ліцензії терміну, куб. метрів (куб. сантиметрів — для радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання);

Т_{зберігання} — кількість повних календарних кварталів, протягом яких радіоактивні відходи зберігаються понад встановлений особливими умовами ліцензії терміну.

Як видно, при різних видах невизначеності та недосконалості оцінок розрахунок екологічних платежів за забруднення навколишнього середовища може бути проведений тільки фахівцем в області екологічного менеджменту підприємства, а не працівником бухгалтерії. Відомості про розміри екологічних платежів, отримані на основі розрахункових оцінок, необхідно занести в екологічний план підприємства (додаток до бізнес-плану господарської діяльності підприємства), в екологічний паспорт підприємства і в документи державної статистичної звітності.

Платежі підприємств за розміщення відходів у межах лімітів відносяться на витрати виробництва, а за понадлімітні вилучаються за рахунок прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства.

7.3. Основні принципи економічного регулювання забруднення природного середовища

Основні принципи економічного регулювання забруднення природного середовища, що закріплені законодавчо, є наступні:

Зменшення кількості відходів за рахунок впровадження мало- і безвідхідних технологій і залучення в господарський обіг відходів, що утворилися в процесі виробництва. Проте переробка деяких видів відходів економічно не вигідна одному підприємству, оскільки вимагає певних зусиль на збір і зберігання спеціальних технологій і виробничих потужностей по їх переробці (наприклад, люмінесцентні лампи).

Платність розміщення відходів.

Плата за розміщення відходів є формою компенсації збитку, який наноситься навколишньому природному середовищу. Вона складається з плати за розміщення відходів в межах встановлених лімітів і плати за понадлімітне розміщення відходів.

Фінансові кошти акумулюються на рахунках екологічних фондів і використовуються для фінансування заходів екологічної спрямованості.

Платежі за розміщення відходів в межах встановлених лімітів здійснюються за рахунок собівартості продукції, а платежі за понадлімітне розміщення — з прибутку підприємства.

Віднесення плати за розміщення відходів на собівартість, на жаль, не сприяє рішенню проблеми. В зарубіжній практиці ці витрати виділяються окремими статтями в бухгалтерському й управлінському обліку витрат виробництва («екологічний еккаутінг»), а їх зниження є для природокористу-

вачів основним стимулом для реалізації концепції екологічно чистого виробництва.

Економічне стимулювання діяльності в області поводження з відходами.

Основними важелями економічного стимулювання повинні бути податкові та кредитні пільги тим природокористувачам, які здійснюють заходи щодо ресурсозберігання і переходу на екологічно чисте виробництво.

Згідно Закону України «Про податок на прибуток підприємств і організацій» та інструкції Державної податкової служби України «Про порядок числення і сплати до бюджету податку на прибуток підприємств і організацій» [5, 6] встановлюється зменшення ставки податку на суму у розмірі 20% від капітальних вкладень на природоохоронні заходи. Крім того, передбачається зменшення податку на прибуток на суму, направлену з цього прибутку на будівництво, реконструкцію й оновлення виробничих фондів, освоєння нової техніки та технологій, у тому числі й природоохоронних.

Організація кадрів припускає професійну підготовку фахівців різних галузей промисловості, пов'язаних з проблемами утворення, знешкодження і використання відходів.

До рішення проблеми управління відходами доцільно привернути увагу та врахувати думку всіх зацікавлених сторін, у тому числі:

- представницьку і виконавчу владу;
- населення і громадські організації;
- відомства державного контролю (відділення Держкомекології та ін.);
- керівників підприємств по утилізації ТПВ (сміттєзвалищ та ін.);
- власників автотранспорту;
- керівників підприємств по переробці вторсировини;
- представників ЗМІ.

Проте всю основну роботу повинні проводити фахівці-екологи. З представників названих груп можна створити консультаційний комітет або робочу групу щодо питань про відходи, робота якої повинна полягати у розробці основних напрямів комплексного плану управління відходами.

Надалі для здійснення тих або інших програм щодо утилізації ТПВ можливе створення інших, більш практично орієнтованих структур, наприклад, муніципальних або кооперативних підприємств зі збору відходів, переробці вторсировини та ін. Іноді ці структури можуть перетинати адміністративно-територіальні границі: бути міжрайонними або міжобласними.

Контроль і відповідальність в області управління відходами.

Державний контроль за діяльністю в області поводження й управління відходами здійснюється спеціально уповноваженими державними органами виконавчої влади. До складу державного контролю входить контроль за:

- виконанням екологічних, технологічних, санітарних і інших вимог при поводженні з відходами;

- дотриманням вимог до трансграничного переміщення відходів;
- виконанням заходів щодо зменшення кількості відходів і залучення їх в господарський обіг як додаткову сировину;
- достовірністю інформації, що надається, в області поводження з відходами;
- виявленням порушень законодавства України в даній області та залучення винних до відповідальності т.д.

Юридичні особи, які здійснюють діяльність в області поводження з відходами, повинні організувати та здійснювати виробничий контроль за дотриманням вимог законодавства. Порядок здійснення цього контролю визначає юридичну особу і погоджує його з контролюючими органами.

По суті виробничий контроль є внутрішнім аудитом сфери поводження з відходами. Практично під виробничим екологічним контролем розуміють комплекс робіт, які здійснюються екологічною службою підприємства, пов'язаних з перевіркою виконання ним вимог природоохоронного законодавства. До сфери виробничого екологічного контролю відносяться:

- визначення складу і класу безпеки відходів, що утворюються, їх реєстрація у державному (регіональному) каталозі (КВ);
- виявлення джерел впливу на навколишнє середовище;
- контроль за дотриманням відповідних нормативів;
- контроль за роботою природоохоронного обладнання та споруд;
- контроль за станом об'єктів навколишнього середовища в зоні впливу підприємства;
- ведення звітності і надання інформації контролюючим органам і т.п.

Невиконання або порушення законодавства України в області поводження з відходами приводить до дисциплінарної, адміністративної, цивільно-правової або кримінальної відповідальності.

7.4. Управління відходами на місцевому рівні

На місцевому рівні управлінням відходами повинні займатися місцева влада. Зокрема, передбачається існування спеціально уповноважених органів влади. Повноваження їх визначені Законом «Про відходи». Дані організації повинні координувати всі взаємостосунки у сфері поводження з відходами, наприклад, ліцензувати діяльність в цій області.

Одним з основних напрямів програм утилізації відходів повинне бути накопичення місцевого досвіду. Здійснюючи недорогі проекти в невеликих масштабах, наприклад, експериментальні програми роздільного збору і переробки вторинної сировини, влада і громадськість можуть розширити свій досвід в областях, з якими вони раніше були незнайомі.

Основні аспекти управління рішенням проблеми ТПВ представлені на рис. 7.1.



Рис. 7.1. Основні аспекти управління рішенням проблеми відходів

Проектно-конструкторська і технологічна документація (як для підприємств, що знов будуються, так і для вже існуючих) повинна охоплювати весь цикл поводження з відходами і спиратися на вже розроблені або запроваджені новітні технологічні процеси переробки відходів, а також передбачати висновок договорів з ліцензованими підприємствами, що займаються їх переробкою.

Побудова інтегрованої територіальної системи управління відходами з включенням в неї різних за функціями підприємств має на увазі організацію системи їх економічних взаємостосунків, засновану на принципі господарського розрахунку — самофінансування.

Побудовані в ланцюжок від початкового пункту — утворення відходів, до кінцевого — захоронення залишкових компонентів ці підприємства фактично «купуватимуть продукцію» від підприємства попереднього рівня і «продаватимуть» свою продукцію підприємству наступного рівня.

Приведемо приклад: місцеве підприємство проводить збір первинно розсортованого побутового сміття і продає його спеціалізованим підприємствам по первинній переробці та сортуванню, які згодом продають вторинну сировину підприємствам по рециркуляції, а ті, у свою чергу, продають матеріал виробникам предметів споживання, які продають готову корисну продукцію споживачам. Відходи, які не переробляються, відправляються на спеціалізовані підприємства по їх знищенню або захороненню, для чого необхідні фінансові засоби на виконання цих операцій.

Як приклад на рис. 7.2 представлена загальна схема побудови регіональної системи управління відходами.

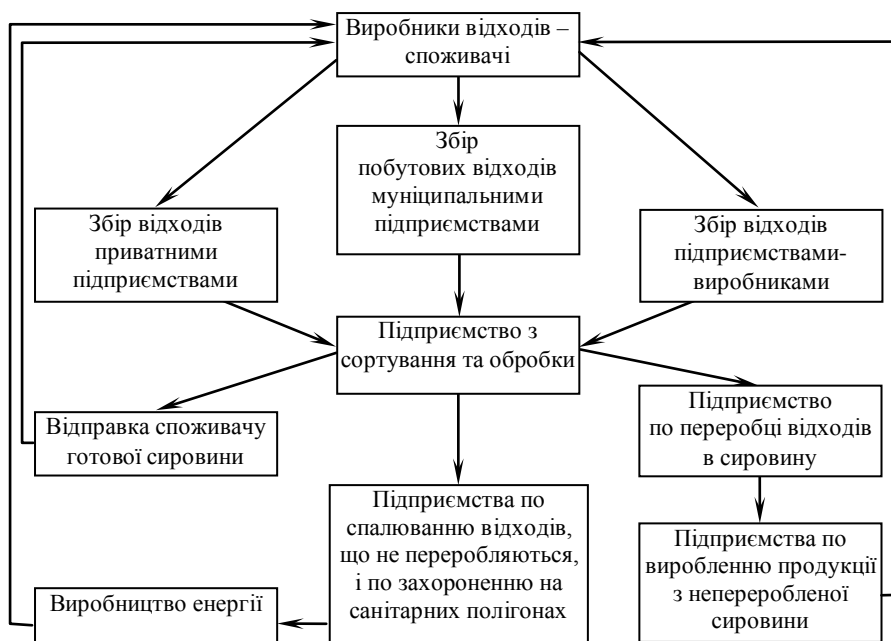


Рис. 7.2. Схема побудови регіональної системи управління відходами

Економічна ефективність такого ланцюжка розраховується для кожного конкретного випадку окремо.

Міські побутові відходи також є невід'ємною частиною системи управління. На практиці очищення міських та інших житлових територій від відходів здійснюється спеціалізованими підприємствами, які працюють згідно затвердженим схемам очищення. В їх обов'язок входить збір і транспортування накопичених відходів спеціалізованим транспортом згідно розробленого графіка.

Управлінські рішення в даному випадку визначають питання розміщення контейнерних майданчиків, організації роздільного збору і видалення відходів, створення спеціалізованих підприємств по переробці або знешкодженню відходів та ін.

При цьому селективне поводження з відходами (роздільний збір і зберігання кожного виду відходів окремо від інших) є основою економічно і екологічно ефективного використання відходів як сировини для будь-яких виробництв.

В рамках системи управління відходами слід урахувати розділення відходів на класи залежно від їх небезпеки [7, 8].

7.5. Організація управління відходами на регіональному рівні

Система управління відходами в будь-якому регіоні в загальному вигляді складається з наступних підсистем:

- збору відходів;
- транспортування відходів;
- переробки відходів;
- утилізації відходів;
- складування і захоронення відходів.

В межах окремих регіонів почато формування окремих організацій в області переробки й утилізації відходів. Проте злагодженої структури управління відходами поки не існує.

В аспекті рішення даної проблеми повинен бути проведений екологічний аудит підприємств регіону (області, району та т.ін.) і відходів, що утворюються в них, з метою виявлення можливостей для переробки виробничих і побутових відходів безпосередньо на їх території. В ході роботи можуть бути проаналізовані «Проекти лімітів розміщення відходів виробництва і споживання». В них міститься інформація про діяльність підприємств, види продукції, що випускається, технології, які використовуються в виробництві, склад і кількість відходів, що утворюються, розрахунки нормативної кількості та пропозиції лімітів розміщення відходів, а також відомості про наявність на підприємствах методів переробки відходів і викори-

стане в технологічних процесах устаткування. Далі складається база даних за рядом розділів. Зокрема, вибірка може здійснюватися за галузями промисловості, видами відходів і устаткування, що знаходиться на підприємствах.

Всю промисловість регіону, області чи району можна умовно розділити на декілька основних галузей. Для зручності аналізу слід виділити такі галузі: харчова, металообробна, ДРБУ і підприємства, пов'язані з перевезеннями, ЖКГ, скляна, легка, хімічна, тваринництво і ветеринарія, транспорт і зберігання нафтопродуктів, виробництво будматеріалів, все інше умовно отримало назву комплексна промисловість.

Наведемо характеристику кожної галузі з погляду утворення відходів на прикладі окремого економічного району країни.

Харчова промисловість.

Найбільший відсоток в промисловому секторі області належить саме харчовій промисловості. В цьому секторі утворюються відходи, які знаходять реалізацію в секторі сільського господарства — як корми для тварин або добрива на полях. Таким чином, відсоток відходів, не підлягаючих переробці, незначний. До них відносяться відходи поліетилену (ПЕ) — пакувальний матеріал, осади очисних споруд, вміст жируоловлювачів і ряд інших, які або вивозять на звалища, або спалюють в котельних. Відпрацьоване вугілля, яке використовується для підготовки води, також вивозиться на поля.

Машинобудування і близькі до неї галузі.

З великого числа промислових викидів, потрапляючих в навколишнє середовище, на машинобудування доводиться лише незначна його частина — 1–3%. В цей об'єм входять і викиди підприємств військово-оборонного комплексу. Проте на машинобудівних підприємствах є основні і забезпечуючі технологічні процеси і виробництва з вельми високим рівнем забруднення навколишнього середовища. До них відносяться:

- внутрішньо-заводське енергетичне виробництво та інші процеси, пов'язані із спалюванням палива;
- ливарне виробництво;
- металообробка конструкцій і окремих деталей;
- зварювальне виробництво;
- гальванічне виробництво;
- лакофарбне виробництво.

За рівнем забруднення навколишнього середовища райони, в яких розташовуються гальванічні і фарбувальні виробництва, можна зіставити з такими найбільшими джерелами екологічної небезпеки, як хімічна промис-

ловість; ливарне виробництво можна порівняти з металургією; території заводських котельень — з районами ТЕС, які відносяться до числа основних підприємств-забруднювачів.

Найбільш екологічно небезпечні забруднюючі речовини при металообробці — індустріальні масла, металевий пи́л та ін. Тверді відходи машинобудівного виробництва містять амортизаційний лом (модернізація устаткування, оснащення, інструменту), стружку та тирсу металів, деревини, пластмас, шлаки, золи, шлами, осаді і пи́л (відходи систем очищення повітря та ін.).

В основному відходи виробництва (брак, літники) переробляються на підприємствах, тобто відправляються на переплавлення, а шлаки плавлення металів використовуються при ремонті доріг. Відходи кислот звичайно також переробляються прямо на підприємстві — нейтралізуються в цеху гальваношламів. Відходи лакофарбних матеріалів в більшості випадків спалюють на місці.

У ряді випадків на підприємствах переробляються і відходи полімерів (поліетилену, поліпропілену, капрону). Дрантя і тирса спалюють на установці варіння бітуму або в котельній.

ДРБУ, АТП і підприємства, що спеціалізуються на перевезеннях.

Для всіх цих підприємств характерна наявність асфальтобетонних заводів. Крім цього для них характерні наступні напрями утилізації відходів:

- відпрацьовані масла — для замащування поверхонь кузовів;
- асфальтобетон і відходи сировинних матеріалів — на будівельні роботи;
- дрантя — спалюють в котельній;
- автопокришки — передають населенню і на власні потреби;
- тирса, стружка, осад з миття автомашин, бітум — домішка до основної виробничої сировини.

Відходи підприємств по перевезенню не набагато відрізняються від вище перелічених. Різниця полягає в том, що у цих підприємств немає на балансі асфальтобетонних заводів.

Житлово-комунальні господарства (ЖКГ).

Підприємства ЖКГ займаються водопостачанням, експлуатацією й обслуговуванням інженерних мереж і споруд. Крім того, іноді вони займаються вивозом ТПВ і промислових відходів з підзвітних територій. Ряд підприємств обезводнюють і брикетують мулові осаді, компостують ці осаді спільно з льяною кострою, торфом і тирсою і використовують мул як добрива. На звалищах відходи пересипаються або піском, або інертними відходами скляних виробництв (пісок, склобій, відходи абразивів, склоткани-

ни). Для зменшення вогнебезпечності приймається шлам станції нейтралізації, осадок піскоуловлювачів.

Склозаводи.

Всі заводи цієї галузі переробляють власні відходи (брак, склобій). Лише незначну кількість цих відходів відвозять на полігони. Більшість склозаводів, окрім власного склобою, приймає відходи інших підприємств. При цьому приймається як склобій певного складу, так і звичайний (віконний, тарний).

Легка промисловість.

Характерними відходами для цієї галузі є обрізки тканини, очіс, пух, окремі волокна, кромка, нитки та ін. Всі ці види відходів можуть перероблятися як на власних потужностях, так і передаватися на переробку на інші підприємства як в межах області, так і в інших областях. Крім того, ці відходи можуть використовуватися як добриво. З відходів цих виробництв можна отримати вату, ватин, неткані полотна.

Хімічна промисловість.

В області достатньо багато підприємств хімічної промисловості. Всі вони відрізняються специфічними видами відходів, що пов'язано із специфікою галузі. В основному це відходи полімерів, склопластиків, композитних мембран, гумотехнічних виробів. Частина цих відходів може перероблятися безпосередньо на підприємствах. Є і такі підприємства, які переробляють не тільки свої, але і «чужі» відходи.

Тваринництво і ветеринарія.

Для цих підприємств характерні відходи забою, падіжу та переробки худоби. Переробляються вони в спеціальних печах в кісткову або керамичну муку. Потім ці продукти використовуються на місцях або продаються на інші підприємства як продукт для годівлі тварин. Переробляти ці відходи можна в печах методом термічного знешкодження або в котлах «Лаопса».

Крім того, невід'ємною частиною цієї галузі є утворення посліду або гною. Цей вид відходів використовується як добриво на полях. Заздалегідь гній можна компостувати, використовуючи як наповнювач торф, тирсу та ін.

Транспорт і зберігання нафтопродуктів.

Ці підприємства крім своєї основної діяльності забезпечують збір відпрацьованих масел і здійснюють їх відправку на переробку або продаж як додаткові мастильні матеріали.

Ряд підприємств цієї галузі використовують в своєму господарстві відпрацьовані автопокришки як прокладний матеріал і переплавляють відпрацьовані акумулятори для випуску свинцевих пломб.

Виробництво будматеріалів.

Сюди входять виробники цегли, бетонних блоків, штучної деревини (ДСП, ДВП) і фанери та ряд інших. В більшості випадків це маловідхідні виробництва, оскільки майже всі відходи, які утворюються, можна повернути у виробничий процес. Ряд підприємств приймає і відходи із сторони для включення в своє виробництво.

Комплексна промисловість.

До цієї категорії увійшли підприємства, не зв'язані за профілем підвище перелічені категорії. Відходи цих підприємств також переробляються на місцях, але частина їх використовується як вторинні матеріальні ресурси.

Окрім специфічних, характерних для тієї або іншої галузі, відходів в кожному секторі утворюється деяка кількість загальних для всіх підприємств категорій відходів. Це відходи споживання:

- лампи денного світла (відходи, що містять ртуть);
- лом акумуляторних батарей;
- відпрацьована кислота акумуляторна (сірчана);
- автомобільні покришки;
- відпрацьовані масла;
- відходи, що містять нафтопродукти;
- склобій;
- відходи абразивних матеріалів;
- пластмаси;
- ТПВ.

Більшість цих відходів вимагають для своєї переробки спеціальних виробничих потужностей, які не рентабельно впроваджувати на даних виробництвах. В результаті підприємства вивозять ці відходи на спеціалізовані підприємства.

Аналіз показав, що лише невелика кількість підприємств в області безпосередньо займається переробкою відходів, але на території області є ряд підприємств, які можуть включитися в цю систему: у них є або вільне

устаткування, необхідне для переробки, або площі, на яких можна розмістити нові лінії.

Якнайбільше утворюється паперових і тканинних відходів. Це відходи як виробництва, так і споживання. Причому відходи можуть бути двох типів: умовно чисті, які відразу можна запускати в переробку, і забруднені (замаслені).

Макулатура, картон: в більшості випадків макулатуру здають підприємствам «Вторсировина», але іноді спалюють в котельних або казанах розігрівання бітуму на території підприємства. Також поступають і з *промасленим драгтям*, яке в деяких випадках використовують при ремонтних роботах або здають на переробку на завод. Деякі з підприємств зв'язуються напряму з переробниками макулатури, що знаходиться на території області.

Переробку тканинних відходів, яка зводиться до отримання вати, ватину та нетканих полотен, може здійснювати ряд підприємств області.

Наступне місце по кількості утворення відходів займає склобій. Він утворюється на всіх без виключення підприємствах і складає значну частину ТПВ. Оскільки в області є завод, який виробляє скло, то і переробку склобою, у принципі, організувати достатньо легко. Проте не всі підприємства скляного виробництва приймають на переробку склобій зі сторони. Окрім цього є практика застосування склобою як домішки при виготовленні фундаментів і при будівництві доріг.

Достатньо великий відсоток переробки *будівельних відходів*. Їх простіше за все наново використовувати в будівництві як додаткову сировину або додавати в дорожні суміші.

Самий невеликий відсоток повернення у виробництво відходів *пластиків*. Переробці в основному піддаються тільки відходи виробництва. Відомо, що пластики з відходів споживання можна використовувати як пластифікуючі добавки та наповнювачі при будівництві та ремонті доріг, в залізобетонних конструкціях. Частковою переробкою пластиків можуть займатися підприємства області, які мають в виробництві подрібнення, гранулятори, екструдери, преси та відливні машини.

Схожа ситуація і з *гумотехнічними відходами (ГТВ)*. В більшості своїй — це відпрацьовані автопокришки, які утворюються у величезних кількостях як на підприємствах, так і в побуті. На різних підприємствах ГТВ використовують в основному для впорядкування власної території або продають населенню для тих же цілей. В тих випадках, коли відпрацьовані автопокришки здають спеціалізованим підприємствам, можливо декілька варіантів. Частіше всього підприємства продають їх регіональним відділенням «Вторинні матеріали», але набагато вигідніше здавати автошини безпосередньо підприємствам-переробникам.

Ситуація з *металами* найсприятливіша. Лом металів як чорних, так і кольорових, коштує дорого і багато підприємств, на яких можна здійснювати їх переплавлення, охоче приймає в будь-якому регіоні.

З відходами *деревини* теж особливих проблем не виникає. Тирса, стружка можуть використовуватися як добрива, так і як наповнювач в бетонних сумішах, при виробництві цегли, для виробництва плит гіпсоволокон, ДСП і ДВП. Більш крупні відходи продають населенню як дрова.

За допомогою інформаційних баз (бази існуючих методів переробки відходів і необхідного для цього устаткування та бази устаткування, яке знаходиться на підприємствах області) можна вибрати ті технології, які можна реалізувати на підприємствах регіону.

Потім необхідно прорахувати економічну ефективність вибраних технологій і підібрати ті, реалізація яких приведе до найбільшої ефективності з якнайменшими витратами.

Таким чином, створивши лінію по переробці будь-якого виду відходів, їх можна закуповувати у підприємств, на яких вони утворюються та реалізовувати населенню або іншим підприємствам готовий продукт. Таким чином, відходи одного підприємства стають вихідною сировиною для іншої і замість того, щоб бути викинутим на звалище, стають корисною продукцією.

Для того, щоб утворена система для переробки відходів функціонувала, необхідно правильно її організувати. Зокрема, для вдосконалення систем управління санітарного очищення міст України, проведення контролю за діяльністю організацій, зайнятих збором, транспортуванням і знешкодженням відходів виробництва і споживання, здійснення єдиної економічної політики, а також для якісної зміни ситуації необхідно ввести функції єдиного по місту генпідрядника (замовника) на збір, транспортування, переробку і захоронення відходів. В окремих містах операції по збору і транспортуванню відходів можуть здійснюватися на конкурентній основі різними підприємствами.

Найпростіше, що може зробити місцева влада для заохочення збору вторинної сировини — це обладнати *центр по його збору*. Такий центр є ділянкою з декількома контейнерами, куди громадянам пропонується здавати або викидати певні матеріали (наприклад, контейнер для зеленого скла, контейнер для газетного паперу і т. ін.). Для того, щоб такий центр працював, потрібно неодноразово оповістити населення про його наявність і дуже чітко пояснити правила користування: що і в якій контейнер викидати, в якому вигляді (наприклад, вимиті пляшки) і що викидати не можна. Останній момент дуже важливий: наприклад, у жодному випадку не можна змішувати темно-зелене скло з лампами або шибкою. Всі ці речі треба писати або малювати дуже крупно, помітно і яскраво в місцях збору відходів.

Крім того, потрібно буде знайти ринок збуту для матеріалів і організувати їх вивіз, а можливо, ще і провести певну підготовку, щоб задовольнити ринковим стандартам (подрібнення скла, пресування і упаковка паперу та ін.). Регулярний вивіз відходів необхідний перш за все з погляду участі населення, яке звичайно відноситься до своїх обов'язків по розділенню відходів з не більшою мірою відповідальності, з якою міські власті відносяться до вивозу вторсировини. Чим менше зусиль потрібно від населення, тим більший відсоток його участі. Проте навіть при невисокій участі населення такий центр здатний виконувати певну виховну роль, привертати увагу населення до проблеми відходів. Виховний ефект може виявитися зворотним, якщо вторсировина регулярно не вивозитиметься з такого центру.

У ряді міст використовується схема так званого збору вторсировини «на узбіжжі». В цьому випадку жителі залишають вторсировину в спеціальному мішку або контейнері на тротуарі, де вони звичайно залишають сміття. В українських умовах вторсировина збирається в контейнерах біля під'їздів або на сходових клітках.

Взагалі, дилема будь-якої програми по збору вторсировини така: чим складніші вимоги до громадян, тим якісніше зібрані матеріали, тим менше потрібно додаткової переробки, тим більша вірогідність економічного успіху програми, але тим менше рівень участі громадськості. Важливу роль може зіграти економічний стимул — введення диференційованої плати за вивіз (утилізацію) відходів в залежності від їх величини (обсягу).

Позитивне значення такої плати полягає зовсім не в тому, що місцевий виконавчий комітет одержує необхідні кошти — населення у будь-якому випадку платить за сміття у вигляді місцевих податків. Диференційована плата є реалізацією фундаментального права й обов'язку громадянина демократичного суспільства «права знати».

Диференційована плата за сміття звичайно стягується залежно від обсягу. Можна враховувати сміттєві баки (якщо вони стандартного обсягу), а потім виставляти рахунок. Частіше поступають по іншому — муніципалітет продає спеціальні мішки (або наклейки на мішки), в ціну яких врахована вартість вивозу і потім громадяни залишають сміття в таких мішках. Іноді стягується фіксована плата за рік і видається певна кількість мішків (наклейок), а у разі перевищення цієї кількості — мішки купують додатково. В цьому випадку важливо, щоб фіксована сума була не дуже великою — інакше у більшості громадян стимулу не зменшувати кількість відходів не буде. Крім того, якщо громадяни повернуться до кінця року з порожніми сплаченими мішками, за які вони не зможуть отримати гроші назад, це не додасть авторитету муніципалітету.

Незайвим буде створення аналогічного центру по збору промислових відходів, які підлягають переробці. Необхідно це для накопичення на його

території деякої кількості відходів того або іншого профілю, доцільного для переробки, оскільки в більшості випадків на підприємствах утворюється незначна кількість таких відходів і вважається, що їх простіше вивезти на полігон.

У міру накопичення необхідної кількості матеріалів їх транспортом відправляють на відповідні підприємства для переробки. Таким чином схема роботи такого підприємства може бути відображена на наступній схемі (рис. 7.3):



Рис. 7.3. Схема управління потоком відходів, які підлягають переробці

Крім правильної організації необхідно, щоб весь процес був економічно доцільний, тобто реалізація заходів щодо переробки відходів повинна приносити реальну вигоду. З цієї точки зору в даний час можливі два шляхи:

- по-перше, це платежі за накопичення на території підприємства або вивіз на звалище твердих відходів виробництва;
- по-друге, реалізація частини відходів (а в деяких випадках всієї маси відходів), що утворюються, іншим підприємствам для переробки.

Необхідно завжди порівнювати ці шляхи для з'ясування їх економічної доцільності.

Порівняємо ці два шляхи переробки відходів для з'ясування їх економічної доцільності:

1. Платежі за накопичення.

В Україні на даний момент діють базові нормативи плати за забруднення навколишнього середовища. Базові нормативи плати за скидання забруднюючих речовин в навколишнє природне середовище, розміщення відходів розроблені відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 13 липня 2000 р. № 1120 «Про затвердження порядку визначення плати і її граничних розмірів за забруднення навколишнього середовища, розміщення відходів, інші види шкідливої дії». Розрахування нормативів плати ґрунтується на таких методичних підходах:

- за інвестиційним критерієм, виходячи з оцінки обсягів мобілізації фінансових ресурсів, необхідних для створення промислової інфраструктури поведження з відходами;

- визначення категорією ризиків для реципієнтів довкілля та оцінювання ймовірних очікуваних збитків у разі настання надзвичайних ситуацій;

- узагальненням наявного досвіду екологічного страхування при поведженні з відходами в Україні.

Зазначені методичні засоби розглянуто не як альтернативні, а як взаємодоповнювальні, що створюють можливість порівняння та коригування, підвищуючи таким чином обґрунтованість середньозважених показників нормативів.

Оцінка отриманих результатів дозволяє зазначити, що застосування трьох незалежних методичних підходів до розрахування нормативів плати за розміщення відходів забезпечує отримання порівнювальних величин. Така порівнюваність може свідчити про достатньо високу обґрунтованість абсолютних показників плати і дозволяє за середньозваженим підходом розбудувати нормативну базу платежів за розміщення відходів.

Інтерпретувати отримані результати та переформатовувати їх у нормативні показники можна *за двома різними концептуальними підходами*, викладеними нижче:

А. За умови збереження диференціації відходів за класами безпеки згідно з чинними нормативними документами.

Цей концептуальний підхід розглядаємо у двох варіантах:

A_1 — без зміни наявних співвідношень між величинами нормативів за зазначеними класами безпеки;

A_2 — з переглядом співвідношень величин нормативів платежів і приведенням їх до усталеної міжнародної практики.

Б. За умови переходу до категорію небезпечності відходів за «списковим» принципом і встановлення базових нормативів — окремо для небезпечних та для інших категорій відходів (з подальшою їх диференціацією через систему коефіцієнтів до базових нормативів).

Перший концептуальний підхід можна визначити як традиційний, успадкований від нормативних розробок радянського періоду. Методологічний недолік цього підходу полягає в тому, що ступінь відносної шкідливості небезпечних інгредієнтів відходів прирівнюється до такої при їх викидах в атмосферне повітря та скидах у водне середовище. В європейській практиці класифікація відходів за класами безпеки відсутня, а величину нормативів плати визначають передусім вартістю захоронення тих чи інших відходів.

Перевагою другого підходу є його відповідність європейській практиці. Одночасно він має підґрунтя в чинних вітчизняних нормативних доку-

ментах, зокрема тих, якими затверджено так звані Жовтий і Зелений списки відходів. Останнє запозичено з нормативної бази країн ОЕСР та Базельської конвенції. Такі списки є відкритими, і їх можна доповнювати з огляду на національну специфіку номенклатури небезпечних відходів.

Співвідношення нормативів плати за класами небезпеки відходів у вітчизняній практиці свого часу було встановлено за аналогією з відносною небезпечністю викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та скидів у водне середовище. В результаті різниця в нормативах для відходів I та II класу небезпеки становить 27 разів, а для I та III класу — 110 разів.

У табл. 7.4 як приклад наведено результати розрахунку нормативів плати за розміщення відходів за двома варіантами проекту А.

Таблиця 7.4

Нормативи плати за розміщення 1 т відходів на території підприємства в межах встановлених лімітів розміщення відходів (грн.)

Клас небезпеки	Рівень небезпечності відходів	Норматив плати, Н ₆₁ , грн./т	
		Варіант	
		A ₁	A ₂
I	Надзвичайно небезпечні*	780,0	326,0
II	Високонебезпечні	30,5	71,9
III	Помірнонебезпечні	6,8	23,7
IV	Малонебезпечні	2,7	7,2
–	Інші (інертні) відходи	1,2	2,7
–	зокрема відходи гірничодобувної промисловості	0,27	0,27

Примітка:

* Норматив збору: для обладнання та приладів, що містять ртуть, елементи з іонізуючим випромінюванням — 196,9 грн./одиноцю; люмінесцентних ламп — 3,56 грн./одиноцю.

Варіант A₂, як уже зазначено, ґрунтується на перегляді співвідношень нормативів для відходів різних класів небезпеки.

Перенесення практики оцінювання небезпечності токсичних речовин при їх викидах на розміщення відходів є некоректним. Про це свідчить весь міжнародний досвід встановлення відповідної системи платежів. Так у Російській Федерації різниця у рівні платежів для відходів I та II класу небезпеки становить 2,3 рази, а для відходів I та III класів — 3,5 рази. У Польщі мінімальні та максимальні ставки плати за розміщення відходів співвідносяться як 1 : 17,8, а в межах групи небезпечних відходів як 1 : 11,4. Ті самі співвідношення у Великій Британії становлять відповідно 1 : 28 та 1 : 8. На цьому фоні деформованість співвідношень вітчизняних ставок плати є очевидною і вимагає коригування.

Критерієм встановлення зазначених співвідношень є вартісні показники розміщення (захоронення) відходів різних категорій. За відсутності відповідних розрахунків для України варто виходити із узагальнення відповідного міжнародного досвіду. У цьому контексті як альтернативний варіант пропонується таке співвідношення ставок плати за класами небезпечки відходів:

$$I : II : III : IV = 1 : 0,3 : 0,1 : 0,03.$$

За умови застосування зазначеного співвідношення нормативів плати визначають ставки плати за розміщення відходів, наведені в таблиці 6.4 (варіант А₂).

За концептуальним підходом, визначеним як «списковий», передбачено формування переліку небезпечних відходів. Основу такого переліку може становити Жовтий список відходів, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 13 липня 2000 р. №1120. З метою врахування національної специфіки номенклатури небезпечних відходів Жовтий список доповнюють окремими позиціями зі статистичної номенклатури небезпечних відходів згідно з формою державної статистичної звітності № 1 — токсичні відходи.

Цей список можна доповнювати за окремими обґрунтуваннями. Кожні 5 років список небезпечних відходів підлягає перегляду і узгодженню зі статистичною номенклатурою небезпечних відходів.

До категорії малонебезпечних та таких, що не є небезпечними (інертних), належать відходи з Зеленого списку (затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 13 липня 2000 р. № 1120) та інші відходи, щодо яких не встановлено наявності небезпечних властивостей (згідно із переліком таких властивостей).

Для небезпечних відходів з огляду на ступінь їх небезпечності (виходячи з наявності певних небезпечних інгредієнтів, легких виділень, водорозчинних форм токсичних речовин тощо), розраховуючи плату за розміщення, до базових нормативів плати застосовують підвищувальні та понижувальні коефіцієнти.

Крім цього, існує ще цілий ряд коефіцієнтів для визначення суми платежів:

- k_R — коефіцієнт екологічного стану регіону;
- $k_{\text{інд}}$ — коефіцієнт індексації платежів за планову кількість — 62, за фактом утворення — 48;
- k^1 — коефіцієнт, що враховує місце складування відходів (табл. 7.2);
 - на території промислової площадки підприємства — 0,3;
 - на звалищі в межі міста — 5;

- якщо звалище розміщено на відстані менше 3 км від населеного пункту — 3;
- якщо звалище розміщено на відстані більше 3 км від населеного пункту — 1;

k — коефіцієнт індексації платежів за відходи, розміщені без дозволу — 5.

Якщо на території підприємства утворюються відходи, перевищуючі встановлені ліміти, то вводиться ще один коефіцієнт індексації $k^2 = 25$.

Таким чином, загальна формула для визначення платежів підприємства за накопичення відходів виглядає наступним чином:

$$\Pi_{\text{л}} = \left(\sum_{i=1}^n H_{\text{бi}} m_i + k^2 m_i \right) k_{\text{R}} \cdot k_{\text{інд}} \cdot k^1 \cdot k \quad (7.7)$$

2. Реалізація

Вартість якого-небудь виду відходів визначається таким чином:

$$B = \sum_{i=1}^n \Pi_i m_i \quad (7.8)$$

де Π_i — ціна даного виду відходів, грн./кг; грн./т.
 m — маса i -ого виду відходів, кг, т.

Таким чином, необхідно враховувати і той чинник, що платежі за збруднення здійснюються з чистого прибутку підприємства, тоді як вартість переробки закладається в собівартість продукції, таким чином, оплата переробки відходів компенсується виручкою, а платежі зменшують прибуток.

7.6. Геоінформаційні системи в управлінні відходами

Як показує практика, для ефективного функціонування системи управління відходами необхідно оперувати дуже великими обсягами різно-рідної інформації, частина з якої прив'язана до певної точки в географічному просторі та постійно змінюється. Тому необхідні удосконалення інформаційного забезпечення в даній сфері, а також можливість зручного представлення інформації для одержувача.

Крім того, на етапі обробки й аналізу інформації вимагається передбачити можливість поєднання різнорідних даних один з одним, порівняння,

аналізу їх на основі таблиць, схем, графіків, карт та ін. Тому однією з основних задач в системі управління відходами є розробка багатоцільової інформаційної автоматизованої системи для накопичення та візуалізації даних, а також створення єдиного інформаційного простору для системного аналізу інформації й ефективного управління відходами.

Якнайповніше цим вимогам відповідають геоінформаційні системи (ГІС). В сучасному трактуванні ГІС — це автоматизована інформаційна система, призначена для обробки просторово-часових даних, основою інтеграції яких служить географічна інформація. До складу сучасних ГІС входять модулі для тривимірного аналізу та проектування, генерації планів, автоматичного документування проектів і вибору оптимальних варіантів.

ГІС може виступати в ролі зв'язуючої ланки при взаємодії всіх адміністративних служб міста (або регіону), функціонуючих в системі управління відходами. В задачі такої системи можна включити:

- забезпечення обліку (збір, зберігання) всіх відомостей про відходи в місті (регіоні), включаючи джерела відходів, систему збору відходів, транспортування, переробки, утилізації та захоронення;
- своєчасне надання необхідної інформації контролюючим органам і зацікавленим організаціям;
- обмін інформацією в системі та ін.

Будь-якою проблемно-орієнтованою ГІС є цифрова географічна карта регіону. Враховуючи структуру та задачі системи управління відходами, такі карти повинні містити наступні складові:

- географічні об'єкти регіону;
- населені пункти;
- автодорожню мережу;
- залізниці;
- адміністративно-територіальний розподіл та ін.

Можна додати складову з інформацією про геологічну будову ґрунтів, гідрологічний режим та інше для оцінки екологічного стану природного середовища в районах розміщення відходів, для підбору місць розташування майбутніх сміттєспалювальних заводів та ін. Необхідно мати складову з інформацією про джерела утворення відходів виробництва та споживання і бази даних про підприємства, які здійснюють їх переробку та захоронення з вказівкою їх місцеположення на карті регіону.

Атрибутивна таблиця даних, що пов'язана з кожним об'єктом системи поводження з відходами, повинна містити наступну інформацію:

- найменування підприємства;
- його адреса та реєстраційний номер;
- серія і номер ліцензії;
- види відходів, що утворюються на даному підприємстві;

- дозволені види діяльності (захоронення, спалювання, переробка та ін.);
- технічне оснащення підприємства.

Крім того, в систему управління відходами входять сміттєперевантажувальні станції, інформація про які також повинна бути внесена в ГІС.

Окремим блоком в ГІС повинні бути відображені дані про підприємства, які займаються переробкою відходів. Враховуючи, що ці підприємства володіють своєю особливою специфікою, інформацію про них слід виводити окремо для кожного із них. Структура атрибутивних даних може включати наступну інформацію:

- найменування підприємства і його адреса;
- потужність, технологічне устаткування;
- відомості про процеси переробки;
- види відходів, що переробляються;
- підприємства, що поставляють відходи;
- види продукту, які одержує підприємство;
- вартість закупівлі відходів і ціна готових виробів;
- галузі реалізації готового продукту та ін.

Таки чином, на основі геоінформаційних системи можливо отримувати ефективні рішення в багатьох областях людської діяльності. З їх допомогою вирішуються локальні, регіональні і глобальні завдання сталого розвитку територій, використання природних ресурсів, охорони довкілля, забезпечення суспільної безпеки.

Питання для самоконтролю

- 1) Сутність та види відходів?
- 2) Що відноситься до відходів сировини промислового виробництва?
- 3) Що являє собою система управління відходами?
- 4) Як пов'язуються проблеми утилізації відходів з проблемою охорони навколишнього середовища?
- 5) Яке значення платежів за розміщення відходів?
- 6) Як визначається розмір платежу за розміщення відходів?
- 7) Яке має значення коефіцієнт розташування місця розміщення відходів у навколишньому природному середовищі?
- 8) Основні принципи економічного регулювання забруднення природного середовища?
- 9) Яка система управління відходами існує на регіональному рівні?
- 10) Сутність організація управління відходами на місцевому рівні?
- 12) Яке значення геоінформаційних системи в управлінні відходами?
- 13) В чому полягає державне регулювання управління відходами?

- 14) Що таке державний класифікатор відходів ДК 005-96? Його сутність, значення та недоліки

Бібліографічний список

Основна використана література

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». — К: Україна, 1991. — 59 с.
2. Закон України «Про відходи» // Відомості Верховної Ради. — 1998. — № 36–37. — ст. 242.
3. ДСТУ ДК 005-96. Класифікатор відходів. — К.: Держстандарт України, 1996. — 305 с.
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 03.08.1998 р. №1218 «Про затвердження Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів» // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1218-98-%D0%BF> (дата звернення: 22.06.2017)
5. Закон України від 25.06.1991 р. № 1251-ХІІ «Про систему оподаткування» в редакції від 18.02.1997 р. №77/97-ВР // База даних «Законодавство України»/ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1251-12> (дата звернення: 22.06.2017)
6. Закон України від 28.12.1994 р. № 334/94-ВР «Про оподаткування прибутку підприємств» в редакції від 22.05.1997 р. № 283/97-ВР // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/334/94-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 22.06.2017)
7. Державні санітарні правила та норми. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення (ДСанПіН 2.2.7.029-99) // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/ru/v0029588-99> (дата звернення: 22.06.2017)

Література, рекомендована для поглибленого вивчення курсу

8. Закон України від 16.10.1992 р. № 2707-ХІІ «Про охорону атмосферного повітря» // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12> (дата звернення: 22.06.2017)
9. Порядок встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору, затверджений Постановою КМУ від 01.03.1999 р. № 303 // База даних «Законодавство України»/ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/303-99-%D0%BF> (дата звернення: 22.06.2017)
10. Інструкція про порядок числення і сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища, затверджена наказом Мінприроди України і ДНАУ від

- 19.07.1999 р. № 162/379 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0544-99> (дата звернення: 22.06.2017)
11. Лист ДНАУ від 22.07.2009 р. № 15383/7/15-0617 «Про податкові розрахунки збору за забруднення навколишнього природного середовища, стягуваного за утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені) і тимчасове зберігання радіоактивних відходів» / Відомості доступні також в Інтернеті: URL: <https://buhgalter911.com/normativnaya-baza/pisma/gnau/administrirovaniye-sbora-za-802324.html> (дата звернення: 22.06.2017)
 12. *Протасов В.Ф.* Экология, здоровье и охрана окружающей природной среды в России : учеб. и справ. пособие / 3-е изд. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 672 с.
 13. *Матросов А.С.* Управление отходами. — М.: Гардарики, 1999. — 480 с.
 14. *Черп О.М., Винниченко В.Н.* Проблема ТБО: комплексный подход. — М.: Эколайн, 1996. — 48 с.
 15. *Яремчук І.Г.* Економіка природокористування : навч. посіб. — К.: Просвіта, 2000. — 431 с.
 16. *Виговська Г.П.* Екологічні і економічні аспекти нормування утворення відходів // Труды IX Міжнар. наук.-тех. конф. «Экология и здоровье человека, охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов». Т. II, 9–13 июня 2003 г., г. Бердянск, Украина. — Харьков-Бердянск, 2003.
 17. *Мищенко В.С., Виговська Г.П., Лебідь М.І.* Методичні рекомендації щодо комплексного вивчення промислових відходів як техногенних родовищ корисних копалин та їх оцінка. — К.: РВПС, 2000. — 50 с.
 18. *Шипулін В. Д.* Основні принципи геоінформаційних систем : навч. посібник / В. Д. Шипулін; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. — Х.: ХНАМГ, 2010. — 313 с.

ВИСНОВКИ

Епоха промислової революції, яка почалася двісті років тому, принесла світу не лише нові продукти, нові товари, але й щось досконале досі невідоме — усе більш зростаючу масу відходів. Мабуть, саме XVIII століттям слід датувати перші гори промислового сміття і перші гігантські звалища, вміст яких повністю випадав із замкнутої екологічної системи, що існувала на нашій планеті більш менш успішно сотні мільйонів років. Ну а для поточного століття нинішнього смітника є одним із стійких та характерних ознак цивілізації. І якщо ми відрізняємося в цьому сенсі від американців і шведів, то лише тим, що житель Нью-Йорка щодня «виробляє» три кілограми побутових відходів, громадянин Швеції — два, а киянин близько шестисот грамів. Але це привід для заспокоєння, а лише свідoctво певної скрути в товарному постачанні населення. В усякому разі, можливість бути похороненими під горами сміття, виробленого своїми ж руками, в кожного, хто живе на Землі приблизно рівні. Куди ж дівати цей величезний за обсягом і неминучий продукт людської діяльності? Очевидно, існує всього два шляхи — вторинна переробка і знищення.

Рух по першому шляху, на жаль, досить жорсткий і обмежений. Екологічні мрії про повну утилізацію всіх відходів — лише мрії і залишаються такими в досяжному майбутньому. Розрахунки Європейського агентства по атомній енергетиці та подоланню надзвичайних обставин свідчать, що реально можливо рекуперувати лише не більше 40% промислових та невелику частину так званих твердих побутових відходів. Тобто теоретично, звичайно, цю долю можна було б збільшити, проте для досягнення цієї мети потрібні велика праця та ресурси, які несумірні з корисними результатами переробка власних ескрементів. В цьому випадку вся діяльність людства може в цілому перетворитися саме на таке головне заняття цивілізації, бо ні на що інше просто не вистачить сил.

Для реалізації технологій знищення відходів потрібне устаткування, потрібні засоби, потрібні фахівці. Економічна реформа якоюсь мірою допомагає вирішити питання. Відкриваються малі підприємства, які зайняті збором та переробкою відходів, створюються спільні підприємства, активніше залучаються зарубіжні партнери. Проте все це лише початок. Дуже великий збиток нанесено природі за всі роки існування людства. Занадто далеко зайшло людство в неоглядній легковажній безрозсудності. Остаточне позбавлення від загрози загибелі у відходах власної життєдіяльності по-

требує величезних зусиль і засобів. Вже зараз реально можна говорити лише про деяке відновлення хиткого балансу, зупинку подальшого погіршення ситуації. Жити на Землі стає все тіснішим, а в прогнозах футурологів на майбутні століття з'являється все більше песимізму. Отруєння планети відходами людської діяльності — один з можливих сценаріїв апокаліпсису. Але вибір шляху, по якому йти людській цивілізації поки що залишається за нами. Важливо лише встигнути зробити його вчасно.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А
аеробна стадія розкладання ТПВ 195

Б
безвідхідні технології 44, 53
біологічна обробка нафтовмісних відходів 148
біогаз 170, 189, 194, 197, 198, 228, 271

В
відходи 6, 10, 228, 233, 250, 254
вибухові відходи 12
виробник відходів 11, 277
видалення відходів 11, 189, 238, 240, 290
вогнебезпечні відходи 12
вогнева переробка 29, 42
відходи виробництва 10, 45, 52, 57, 83, 112, 292
відходи споживання 19, 20
відходи побутового споживання 20
відходи промислового споживання 20
вибухонебезпечні відходи 53
високонавантажені полігони ТПВ 234
вторинна сировина 13, 18, 89, 112, 126, 237
вторинні матеріальні ресурси (ВМР) 21, 237, 294

Г
газифікація відходів 25
гетерогенний каталіз 29, 40
геоінформаційні системи 302

Д
ділянка для розміщення полігонів ТПВ 212
державний облік відходів 243, 251
джерела утворення відходів 277, 303

Е

експлуатація полігону ТПВ 213, 217
етапи розвитку управління відходами 271

З
засоби утилізації та знешкодження ПВ та забруднень 24
захоронення відходів 11, 33, 89, 172, 254, 277, 290
збирання відходів 11, 240
зберігання відходів 11, 14, 33, 165
знешкодження відходів 11, 18, 24, 29, 40, 102, 147, 162, 177, 265

І
інвентаризація відходів 251
ідентифікації та класифікація відходів 252

К
комплексне використання відходів 44
класифікація промислових відходів 19, 20
компактування (пресування) відходів 27
класи небезпеки відходів 57

Л
ліміт на утворення відходів 243, 254
ліцензування 240

М
маловідходні й безвідхідні технології 246
механічна, механотермічна і термічна переробка 30
моніторинг місць утворення, зберігання та видалення відходів 248

Н
наземні полігони 35

небезпечні відходи 12, 19, 253, 276
норматив плати 279
норматив утворення відходу 264
норми накопичення твердих побутових відходів (ТПВ) 188, 201
норми утворення відходів 267
нормування збору ПВ 14, 22, 259
неминучі технологічні втрати 21

О

об'єкти поводження з відходами 11
оброблення (перероблення) відходів 11

П

паспортизація відходів 243, 244, 252
перевезення відходів 11, 162, 247
піроліз відходів 43
переробка й знешкодження відходів із застосуванням плазми 29, 42
переробка відходів 43, 52, 74, 82, 87, 112, 179, 272
поводження з відходами 11, 237, 241, 242, 248, 250
поверхові сховища 164
підземні сховища 164
подрібнення відходів 26
полігонне захоронення відходів 35, 89
полігони твердих побутових відходів (ТПВ) 169, 188, 189
полімери з регульованим терміном служби фото-біоруйнівні 96, 98
промислові відходи 15, 18, 19
побутові печі 24
побутові відходи (ПВ) 12
захоронення відходів 11, 89

Р

радіоактивні відходи 13, 20, 36
рідинофазне окислення 29, 39
рекультивация полігонів 217
реєстр об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів 217
рекуперация відходів 273
реєстр об'єктів утворення, оброблення, утилізації відходів 244
розміщення відходів 246, 254

розрахунок місткості полігону 214
розрахунок класу небезпеки відходів 57

С

санітарно-захисна зона 216
системи збору і вилучення ТПВ 206
складування промислових відходів (ПВ) 164
сепарація відходів 27
спалювання 38, 42, 93, 143, 173, 181
стандартизація 241
сховища радіоактивних відходів 35, 243
суб'єкти господарської діяльності 237, 238
сушіння 26
система управління відходами 290

Т

тверді відходи (ТВ) 17, 20
термічне знешкодження токсичних промислових відходів 39
технологія утилізації відходів 239
токсичні відходи 16
топкові пристрої 25
транскордонне перевезення відходів 11
транспортування відходів 11, 161

У

управління відходами 256, 271, 286, 287, 290
утилізація відходів 11, 88, 108, 110, 115, 129, 137
утилізація твердих побутових відходів (ТПВ) 11, 88, 108, 129, 188

Ф

фільтрат, що утворюється на полігонах ТПВ 180, 194

Ш

шламонакопичувачі 170

Навчальне видання

РУБАН Еліна Володимирівна,
ОСТРОВКА Марія Вікторівна,
КУЦЬКА Ніна Борисівна,
СОКОЛЕНКО Надія Михайлівна,
БУДРИК Оксана Ігорівна,
ПОПОВ Євген Вадимович

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УТИЛІЗАЦІЇ ТА РЕКУПЕРАЦІЇ
ТВЕРДИХ ПРОМИСЛОВИХ ТА ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ**

Оригінал-макет
Коректор, технічний редактор

Т. В. Погорєлова
Т. В. Погорєлова

Підписано до друку 13.11.2018.
Формат 60x84¹/₁₆. Гарнітура Times.
Умов. друк. арк. 18,1. Обл.-вид. арк. 19,2.
Тираж 300 екз. Вид. № 3162. Замов. № 38(2018).
Ціна договірна.

**Видавництво Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля**

Свідоцтво про реєстрацію: серія ДК № 1620 від 18.12.03 р.
Адреса видавництва: просп. Центральний, 59а,
м. Северодонецьк, 93400
E-mail: vidavnictvosnu.ua@gmail.com

Надруковано:
Відділ технічного обслуговування СНУ ім. В. Даля
Адреса: просп. Центральний, 59-а
м. Северодонецьк, 93400