

РЕГІОНАЛЬНІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

УДК 628.316: 628.356.23

*Мирослав Мальований¹, Віра Слюсар¹,
Андрій Серета¹, Олег Стокалюк²*
¹Національний університет

«Львівська політехніка»

²Львівський державний університет

безпеки життєдіяльності

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ІСНУЮЧИХ СМІТТЄЗВАЛИЩ ТА СТРАТЕГІЯ ЇЇ МІНІМІЗАЦІЇ (НА ПРИКЛАДІ ГРИБОВИЦЬКОГО СМІТТЄЗВАЛИЩА)

У статті проводиться аналіз екологічної небезпеки існуючих сміттєзвалищ України (на прикладі Грибовицького сміттєзвалища). Проведено аналіз можливих технологій очищення накопичених інфільтратів, показана перспективність застосування технології біологічного очищення інфільтратів у аеробних лагунах. Показано, що вирішення проблеми впровадження інноваційних технологій управління ТПВ можливе лише за умови комплексного підходу: створення умов для проведення технічної та біологічної рекультиваци існуючих сміттєзвалищ та забезпечення функціонування системи заходів з ціллю попередження забруднення довкілля.

Ключові слова: екологічна небезпека, сміттєзвалище, інфільтрати, аеробні лагуни, рекультиваци, довкілля

В статье приводится анализ экологической опасности существующих мусоросвалок Украины (на примере Грибовицкой мусоросвалки). Проведен анализ возможных технологий очистки накопленных инфильтратов, показана перспективность применения технологии биологической очистки инфильтратов в аэробных лагунах. Показано, что решение проблемы внедрения инновационных технологий управления ТБО возможно только при условии комплексного подхода: создания условий для проведения технической и биологической рекультивации существующих мусоросвалок и обеспечения функционирования системы мероприятий с целью предупреждения загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: экологическая опасность, мусоросвалка, инфильтраты, аэробные лагуны, рекультиваци, окружающая среда

The article analyzes the environmental risks of existing landfills in Ukraine (on the example of Hrybovytske landfill). The possible treatment technologies of the accumulated infiltrates were analysed and the successful application of infiltrates biological treatment technology in aerobic lagoons was confirmed. It was demonstrated that the problem of introducing innovative technologies for solid waste management could be solved only by a complex approach: creating the conditions for technical and biological remediation of existing landfills and providing a system of measures with the aim of preventing an environmental pollution.

Key words: environmental risks, landfills, infiltrates, aerobic lagoons, remediation, environmental.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існуючі сміттєзвалища в Україні, генезис створення і функціонування яких надзвичайно подібний для всіх об'єктів, на сьогоднішній день перетворились на потужні джерела екологічної небезпеки. Щоб провести аналіз цієї небезпеки та запропонувати стратегію її мінімізації із переходом на інноваційні технології поводження із твердими побутовими відходами (ТПВ), нами розглянута динаміка змін екологічної ситуації на Грибовицькому сміттєзвалищі, на якому до останнього часу проводився збір сміття міста Львова.

Грибовицьке сміттєзвалище розташоване на відстані 3 км від північної межі м. Львова, поблизу сіл Великі Грибовичі, Збиранка та Малехів. Звалище функціонує з 60-х років минулого століття та займає площу 33,6 га (рис. 1).



Рис.1. Вид Грибовицького звалища ТПВ з космосу

Товщина шару сміття у південно-східній частині звалища досягає 50 м, у північно-західній коливається від 1–3 до 10 м [1]. Не дивлячись на те, що у ряді нормативних документів, статей у мас-медіа та в офіційних заявах об'єкт часто називають «полігоном ТПВ» назва ця неправомірна, оскільки полігони ТПВ - природоохоронні інженерні споруди, обладнані захисним протифільтраційним екраном, системою збору та утилізації інфільтратів та звалищного газу, спланованою системою фізичної та біологічної рекультивациі заповнених сміттям карт, системою збору та відведення умовно чистих атмосферних вод. Всього цього немає на Грибовицькому сміттєзвалищі. І оскільки звалище вичерпало свій ресурс, єдино правильним рішенням буде його закриття. необхідною умовою технічної рекультивациі згідно [2] є створення кута відкосу, нормативне значення якого встановлюється у залежності від подальшого цільового використання (максимальне значення нормується для посадки лісу, чагарників і дерев - не більше 18°), і який, на сучасний день, значно більший норм. Для створення необхідного для рекультивациі сміттєзвалища кута відкосу необхідне виположування шляхом засипки частини примикаючої території твердим матеріалом (відходами, землею, глиною і т.п.). Але, оскільки, на даний час місце засипки займають озера інфільтратів, яких накопичено за різними оцінками 100 – 150 тис. м³, то пріоритетним завданням є очищення та відведення цих інфільтратів, що дозволило б розпочати роботи із виположування схилу сміттєзвалища.

На сміттєзвалищі існують ще і накопичені в локальних зонах промислові відходи – кислі гудрони, але ця ситуація не характерна для всіх сміттєзвалищ України, і тому в цій публікації шляхи оптимальної стратегії їх утилізації (які потребують детальних досліджень) не приводяться.

На нашу думку у вирішенні проблеми ліквідації екологічної небезпеки, викликаній інфільтратами Грибовицького сміттєзвалища необхідно виокремити 2 етапи:

1 – очищення накопичених інфільтратів з ціллю реалізації рекультивації сміттєзвалища;

2 – очищення інфільтратів, які постійно впродовж десятиліть будуть утворюватися в тілі сміттєзвалища в результаті протікання біологічних процесів розкладу органічної складової сміття.

Оскільки ці етапи корінним чином відрізняються за об'ємами інфільтратів, які надходять на переробку, їх фізико-хімічними характеристиками та часом реалізації кожного із етапів, на нашу думку пропонувати для реалізації цих двох етапів одну технологію неефективно, із технологічної (неможливість забезпечення повного навантаження та ефективної роботи обладнання) та фінансової (значні перевитрати коштів) позицій.

Для вибору оптимальної стратегії очищення інфільтратів проведемо огляд відомих технологій очищення інфільтратів полігонів ТПВ.

Найбільшого поширення набули такі рекомендовані в Україні [3] технології:

- технологія зворотного осмосу;
- технологія хімічного та біологічного окиснення;
- технологія електроплазмового очищення інфільтрату;
- технологія випарювання та сушіння;
- технологія зв'язування інфільтрату;
- технологія біологічного очищення в анаеробному та аеробному середовищі.

Технологія зворотного осмосу застосовується більше, ніж на 350 полігонах світу [4]. Сучасні зворотньоосмотичні системи дозволяють досягти високого ступеня очищення і виділяти до 10% концентрату, який необхідно повертати в тіло звалища, але вартість капітальних та експлуатаційних затрат на технологію очищення накопичених на Грибовицькому сміттєзвалищі інфільтратів значна, а використання створеної установки для реалізації завдань 2 етапу буде неефективне.

Технологія хімічного та біологічного окиснення містить стадії [4] реагентно-адсорбційного очищення, біологічного очищення в окисдно-аноксидному циркуляційному блоці, гравітаційного відділення відпрацьованого мулу, реагентного чи ультрафіолетового знезараження очищених стоків. Технологія не апробована для умов очищення великовитратних потоків інфільтратів сміттєзвалищ.

Технологія електроплазмового очищення інфільтрату [4] відома із 90-х років попереднього століття, однак не дивлячись на привабливість щодо вартості та глибини очищення до цього часу широкого застосування не знайшла і пропозиції щодо промислових установок електроплазмового очищення інфільтратів обмежені.

Технології випарювання і сушіння та зв'язування інфільтрату неприйнятні для таких величезних кількостей накопиченого інфільтрату, які знаходяться в ставках-накопичувачах Грибовицького сміттєзвалища, тому як перспективні для цілей очищення інфільтрату вони не розглядались.

Привабливою є технологія анаеробного очищення інфільтрату, однак для успішної реалізації її в промислових масштабах необхідне чітке дотримання параметрів реалізації, що, за умов змінного якісного складу інфільтрату, є важко здійснюваним.

Нашу увагу привернули технологія очищення в аеробному середовищі в умовах аеробної лагуни [5-7], практика застосування якої дозволяє стверджувати про перспективність її застосування як однієї із стадій технології попереднього очищення інфільтратів Грибовицького сміттєзвалища із направленням їх в подальшому за відповідного розведення на доочищення на міські каналізаційні очисні споруди.

Мета статті. Аналіз екологічної небезпеки існуючих сміттєзвалищ України (на прикладі Грибовицького сміттєзвалища) та розроблення стратегії її мінімізації із переходом на інноваційні технології поводження із ТПВ.

Виклад основного матеріалу. Таким чином, як було показано вище, збір та очищення інфільтратів є пріоритетною проблемою Грибовицького сміттєзвалища на даний час. Оскільки на стадії спорудження сміттєзвалища не було приділено великої уваги до створення геологічного бар'єру та фільтратозбірної системи, проблема забруднення ґрунтових вод є значною. Відповідно до висновку міської санітарно-епідеміологічної служби Львова, вода із криниць у навколишніх селах є непридатною до споживання.

Недопустимість потрапляння інфільтрату у ґрунтові води базується на двох аспектах – спорудження системи збору фільтрату та пониження рівня ґрунтових вод.

Система збору інфільтрату із сміттєзвалища базується на системі каналів, прокладених навколо сміттєзвалища, де збираються забруднені інфільтрати і звідки вони самотічно надходять у фільтратозбірні ставки. Згідно із проектом рекультивації та активної дегазації Львівського полігону твердих побутових відходів, який здійснювало ТзОВ «Гафса», існуюча система збору інфільтрату повинна була бути удосконаленою із спорудженням 15 фільтратозбірних свердловин та системою транспортування фільтрату у ставки-накопичувачі. Проте, це завдання не було виконано. На нашу думку діяльність, яка проводилась ТзОВ «Гафса» щодо дегазації полігону була безумовно потрібним і прогресивним кроком і залишалась би таким у випадку продовження дегазації до повного розкладу органічної частини відходів. Але за умови припинення дегазації, інтенсифікація газовиділення в процесах розкладу органічної частини сміття призвела до заповнення горючими газами всієї пористої структури тіла звалища, пізніше до самозагоряння та відомої трагедії.

У спорудженні фільтратозбірної системи важливим завданням є недопущення змішування атмосферних опадів (які є умовно чистими) із інфільтратами, що утворюються у тілі відходів в результаті процесів анаеробного розкладу. Збір атмосферних опадів варто проводити за допомогою обвідних каналів, причому слід розглянути можливість часткового використання існуючих комунікацій. На стадії завершення рекультивації прогнозований склад зібраних таким чином атмосферних опадів не дозволить скидати такі води у водні об'єкти без очищення, проте після завершення рекультивації дозволить значно зменшити затрати на очищення інфільтратів внаслідок зменшення їх об'єму.

Нами проводились дослідження аеробного очищення інфільтрату Грибовицького сміттєзвалища на лабораторній установці, робочий об'єм якої складав 4 л. Через лабораторний аератор в нижню частину колби подавалось повітря із витратою $4,2 \cdot 10^{-5}$ м³/с. Початкові параметри інфільтрату: концентрація розчиненого кисню (C_{PK}) – 1,87 мг/дм³; рН – 8,64; концентрація іонів амонію – 900 мг/л; хімічне споживання кисню – 11 000 мгО₂/л. Аерація здійснювалась у безперервному режимі за сталої температури досліджень – 20⁰С. Через певні періоди часу відбирались проби, в яких визначались зазначені вище параметри.

Досліджувались 2 стадії аеробного очищення інфільтрату: статичний режим, коли будь яких змін щодо об'єму фільтрату в колбі не здійснювали і динамічний, коли через певні проміжки часу із колби відливали визначену кількість інфільтрату, доливаючи взамін таку ж порцію свіжого інфільтрату. На стадії статичного режиму встановлювали максимальну ступінь очищення

інфільтрату, яка може бути досягнута в процесі аеробного біологічного окиснення за умов реалізації експерименту. Динамічний режим моделював очищення в натурних умовах, коли в аеробну лагуну постійно подається новий інфільтрат і відводиться очищений на наступну стадію технології попереднього очищення. У описаних дослідженнях інфільтрат доливався і відповідно відводився в кількостях 250, 350, 400 і 500 мл/день.

Аналіз результатів досліджень аеробного біологічного очищення в статичному режимі на експериментальній установці свідчить, що за період 16-денного циклу вдалось досягти зменшення ХСК практично в 2 рази і зменшення концентрації іонів амонію більше ніж у 3 рази. Мікробіологічний аналіз встановив в складі інфільтрату, який очищався, широкий спектр мікробіологічної аеробної культури, яка відрізняється від культури активного мулу міських очисних споруд. Аналіз результатів дослідження аеробного біологічного очищення в динамічному режимі свідчить про оптимальний час затримки інфільтрату в аеробній лагуні 8-10 днів.

Дослідження впливу інфільтратів на процес біологічного очищення на каналізаційних очисних спорудах міста Львова проводили на дослідній установці, що імітувала каналізаційні очисні споруди. Очищення суміші стічних вод з інфільтратами у неперервному режимі відбувалося на експериментальній аераційній установці в поліетиленовому корпусі діаметром $D = 1,2$ м. На дні ємкості був встановлений трубчастий аератор для насичення киснем та забезпечення перемішування водомулової суміші. Подача повітря здійснювалась від компресорної станції. Концентрацію розчиненого кисню підтримували на такому ж рівні, як і в натурному аеротенку, та контролювали за допомогою переносного киснеміра. На основі результатів досліджень встановлено, що за умови розбавлення інфільтратів міськими стоками у співвідношенні 1:500 погіршення якісних показників очищення та негативного впливу на технологію очищення не виявлено.

У зв'язку із безальтернативною умовою поводження із Грибовицьким сміттєзвалищем (закриття та рекультивация) необхідна розробка стратегії переходу на іншу технологію управління відходами. Можливими варіантами у новій технології є:

- Новий полігон ТПВ, який проектується та експлуатується у відповідності з українськими нормами [2] та нормами ЄС [8] та дозволяє вилучати енергію відходів у вигляді біогазу.

- Сміттєпереробний завод, де сміття, що надходить із системи збору проходить попередню стадію сепарації, де вилучаються цінні компоненти, а в подальшому, відповідно до запроєктованого варіанту, або подається на анаеробний розклад, або спалюється, або складається на полігоні ТПВ. Також можливим варіантом є застосування різних методів обробки для різних фракцій відходів.

- Сміттєспалювальний завод, де усе сміття, що надходить із системи збору, спалюється, а твердий залишок та пил, вловлений системою очищення відхідних газів, зберігається на полігоні ТПВ відповідного до класу небезпечності відходів. Тут варто відзначити, що вибір варіанту сміттєспалювального заводу не виключає попередню сепарацію та переробку цінних компонентів відходів на рівні системи збору. Оскільки на сміттєспалювальному заводі проходить термічна переробка відходів, сміттєспалювальний завод є за визначенням і сміттєпереробним, тому надалі буде вживатись саме цей термін.

Незалежно від обраного варіанту, однією із ланок переробки відходів повинен бути новий полігон ТПВ, де будуть складуватися залишки переробки або уся маса відходів без переробки.

Беручи до уваги вплив, який чинить Грибовицьке сміттєзвалище на навколишнє середовище, а також резонансні протести громадськості щодо цього впливу, важливим завданням є розробка стратегії щодо закриття та рекультивации сміттєзвалища та перетворення його у об'єкт, безпечний для навколишнього середовища. Необхідним етапом мінімізації екологічної небезпеки,

яку спричиняє Грибовицьке сміттєзвалище, є проведення технічної рекультивації із такими шарами відповідно до норм [2]:

- Мінеральний захисний шар із водопроникністю 10-9 м/с та товщиною шару 1 м;
- Шар синтетичної гідроізоляції завтовшки не менше 3 мм, стійкий до хімічної та біологічної агресії, до ушкодження гризунами;
- Дренажний шар товщиною 0,5 м, який необхідний для відводу атмосферних вод із поверхні сміттєзвалища;
- рекультиваційний шар завтовшки не менше 1 м, що має шар родючого ґрунту завтовшки 30...50 см.

Варто зазначити, що норми проведення технічної рекультивації [2] є подібними до норм Директиви [8], за винятком того, що шар синтетичної гідроізоляції не вимагається у Директиві ЄК, а також того, що у Директиві ЄК не нормується родючість верхнього рекультиваційного шару. Відповідно до [8] геологічний бар'єр повинен покриватись синтетичним водонепроникним матеріалом та дренажним шаром, у якому встановлюються перфоровані труби для збору інфільтрату. Згідно з [2] синтетичне покриття не вимагається. Тут слід відзначити, що позиція розробників [2] є незрозумілою. Синтетичний матеріал дозволяє покращити захист від потрапляння інфільтрату, що утворюється в процесі анаеробного розкладу відходів, у ґрунтові води. Натомість, синтетичне покриття вимагається як захисний шар для верхнього перекриття сміттєзвалища і розміщується на глибині 1,5 м від поверхні. Отже, більшого значення надається захисту від потрапляння атмосферних опадів у тіло звалища ніж від потрапляння токсичного інфільтрату у ґрунтові води. Також, одним із варіантів біологічної рекультивації є засадження кущами і деревами, які можуть пускати корені глибоко вниз і тим самим пошкоджувати синтетичне покриття і зменшувати його ефективність.

Наступним етапом повинна стати біологічна рекультивація, яку необхідно проводити на основі регульованої екологічної сукцесії із використанням встановлених рядом дослідників [9-11] видовим складом та структурою фітоценозів-меліорантів.

Висновки. Встановлено, що сміттєзвалища України створюють значну екологічну небезпеку у зоні їх впливу внаслідок відсутності захисного протифільтраційного екрану, системи збору та утилізації інфільтратів та звалищного газу, спланованої системи фізичної та біологічної рекультивації заповнених сміттям карт, системи збору та відведення умовно чистих атмосферних вод. Проведено аналіз можливих технологій очищення накопичених інфільтратів, показана перспективність застосування технології біологічного очищення інфільтратів у аеробних лагунах. Показано, що вирішення проблеми впровадження інноваційних технологій управління ТПВ можливе лише за умови комплексного підходу: створення умов для проведення технічної та біологічної рекультивації існуючих сміттєзвалищ та забезпечення функціонування системи заходів з ціллю попередження забруднення довкілля, побудови полігонів ТПВ, які б відповідали показникам українських нормативних документів та директив Євросоюзу, створення ефективних сміттєпереробних комплексів із використанням існуючих передових технологій.

Література

- 1 Волошин П. Аналіз впливу Львівського сміттєзвалища на природне середовище / П. Волошин // Вісник Львівського університету. Серія геологічна. Випуск 26, 2012. – С. 139–147.
- 2 ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування. Держбуд України, К., 2005. - 34 с.
- 3 Методичні рекомендації із збирання, утилізації та знешкодження фільтрату полігонів побутових відходів // Затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 421 від 20.08.2012 р.

4 Маслов В.М. Рекомендуемые методы очистки фильтрата / В.М. Маслов // Інформаційно-аналітичний збірник "Санітарна очистка міст та комунальний автотранспорт". – Київ, 2002. – С. 44–50.

5 Robinson H.D. The treatment of landfill leachates in on-site aerated lagoon plants: experience in Britain and Ireland/ H.D.Robinson, G.Grantham//Water Resources, Vol. 22, No. 6. – 1988. – p. 733–747.

6 Mehmood M.K. In situ microbial treatment of landfill leachate using aerated lagoons/ M.K.Mehmood, E.Adetutu, D.B.Nedwell, A.S.Ball//Bioresource Technology, No. 100. – 2009.– p.2741–2744.

7 Maehlum T. Treatment of landfill leachate in on-site lagoons and constructed wetlands/ T.Maehlum//Water Science Technology, Vol. 32, No. 3. – 1995. – p. 129–135.

8 Директива 2008/98/ЄС Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

9 Кучерявий В. П. Полігони твердих побутових відходів Західного Лісостепу України та проблеми їх фітомеліорації / В. П. Кучерявий, В. В. Попович // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.2. – С. 56-66

10 Попович В. В. Полігони твердих побутових відходів у вироблених кар'єрах, ярах, траншеях і особливості їх фітомеліорації. / В. В. Попович // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.11. – С. 119-128.

11 Попович В. В. Природні фітомеліоративні процеси на Львівському міському полігоні твердих побутових відходів / В. В. Попович // Збірник УкрНДІПА : "Лісівництво і агролісомеліорація". – 2012. - № 120. – С. 80-87.

© Мирослав Мальований,
Віра Слюсар,
Андрій Серета,
Олег Стокалюк

*Надійшла до редакції 21 квітня 2017 р.
Рекомендував до друку
докт. техн. наук Я. О. Адаменко*