

After the landfill had been closed, the recultivation works were performed. The monitoring research is conducted in accordance with the binding regulations in the area of the exhausted waste disposal site in Barcza and comprises the monitoring of: surface waters, underground waters, leachate waters and measuring the landfill gas. The results obtained for the years 2006-2010 for selected parameters of leachate and surface waters are presented in Fig.1 and 2.

The results of testing leachates (Fig.1) and surface waters (Fig.2) are different in the first and the second half of the year, which is connected with the amount of atmospheric rainfall, and consequently the emission of pollutants in leachates. A positive sign of the environmental restoration is that the pollution level in leachates and surface waters shows the tendency of decreasing. Changes in the condition of plants that are growing again confirm the improvement in the state of the environment. The tree crop that used to be destroyed is gradually restoring itself.



Pic. 1. The waste disposal site in Barcza during the exploitation and after its recultivation (the present state)

CONCLUSION

The analysis of the results of the monitoring tests conducted for the waste disposal site in Barcza shows that the technical works performed within the environment recultivation contribute to the decrease of its negative impact on the environment. The surface water in the area of the landfill (the Lubrzanka River) falls within the first class of purity, according to the current regulations [6]. The leachate waters do not exceed the highest admissible values of the sewage parameters [5] except for the total organic carbon concentration. With years one may notice that the negative impact of the topical landfill on the natural environment is decreasing. In the area of the landfill the greenery is starting to grow again.

REFERENCES

1. Debra R. Reinhard and A. Basel Al-Yousfi, (1996); The impact of leachate recirculation on municipal solid waste landfill operating characteristics. *Waste Management & Research* 14, 337-346.
2. McBean E.A, Rovers F.A., Farquhar G.J., (1995); *Solid waste landfill engineering and design*, Prentice Hall PTR, New Jersey.
3. Mostafa Waritch, (2002), Bioreactor landfills: experimental and field results, *Waste Management* 22, 7-17.
4. Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o, 2010: Sprawozdanie roczne z lokalnego monitoringu przeprowadzanego w 2009 r. w rejonie składowiska odpadów w Barczy, gmina Zagnańsk.
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. z 2006, Nr 137 poz. 984 ze zm.).
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Dz. U. z 2008, Nr 162 poz. 1008).
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz. U. Nr 61, poz. 549 ze zm.).
8. Wasiak G., (1983): *Gospodarka odpadami komunalnymi w środowisku przyrodniczym (Municipal waste management in natural environment)*, Warszawa 1983.
9. Xian Qu, Pin-Jing He, Li-Ming Shao, Duu-Jong Lee, (2008), Heavy metals mobility in full-scale bioreactor landfill: Initial stage, *Chemosphere* 70, 769 – 777.

УДК 504.064.2

Кашковський В.І. (Україна, Київ)

ДЕЯКІ ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ПОВОДЖЕННЯ З ТЕХНОГЕННИМИ ВІДХОДАМИ

На шлях загальносвітової практики законодавчого врегулювання відносин у сфері поводження з відходами Україна стала з прийняттям 5 березня 1998 року Закону «Про відходи», який розглядає основні принципи і напрямки державної політики, поводження з відходами всіх рівнів виконавчої влади, повноваження органів

місцевого самоврядування та суб'єктів підприємницької діяльності. Не дивлячись на означений Закон, на більш як тисячу різноманітних регіональних програм та близько 200 концепцій розвитку, прийнятих Верховною Радою, проблема з відходами не зазнала кардинальних змін і залишається актуальною. Однією із головних екологічних проблем сучасних мегаполісів є утворення та накопичення промислових і твердих побутових відходів (ТПВ). При безперервному збільшенні кількості відходів, основна їх маса розміщується на звалищах, які розташовані часто в не зовсім вдалих місцях, є неналежним чином спроектовані та невдало експлуатуються. Для забезпечення сучасного рівня у сфері поводження з відходами необхідно створення концепції управління відходами, яка повинна враховувати весь шлях їх проходження, починаючи зі стадії утворення і закінчуючи повною переробкою або екологічно безпечним складуванням на спеціальних полігонах. Потрібно сформулювати чіткі підходи, які забезпечували б реалізацію максимального обліку об'ємів відходів, шляхів і місця їх утворення, дозволяли б оцінити якісний склад та кількість ресурсомісної частини, визначати оптимальні шляхи транспортування та переробки таких відходів. При цьому слід відмовитися від сліпого копіювання чужого досвіду, навіть досвіду країн, де проблема з відходами вирішена найбільш вдало, оскільки концептуальні підходи до проблеми поводження з відходами визначаються низкою чинників: соціально-економічним розвитком країни, моделлю діючого державного управління, менталітетом населення, засобами державного впливу і т.д. Крім того слід враховувати те, що сьогодні повного вирішення проблеми техногенних відходів, загалом, і ТПВ, зокрема, не існує в жодній країні світу і навіть до проблеми відсортування відходів відносяться по різному. Разом з тим в основі сучасної практики поводження з відходами повинен лежати принцип стійкого розвитку, який в більшості країн передбачає наступні обов'язкові етапи: розробка програми по зниженню об'ємів створення відходів; широке впровадження процесів вторинного використання їх складових, які є або сировинним, або енергетичним джерелом; розміщення залишків відходів після стадії сортування разом з не відсортованою частиною на полігонах, які максимально захищають довкілля від техногенного навантаження. Проблема поводження з відходами повинна вирішуватися з урахуванням не тільки найновітніших технологій, але і з можливістю їх адаптації на існуючу реальну ситуацію з перспективою її покращання. З урахуванням означених положень в Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України (ІБОНХ НАН України) розробляється декілька напрямків поводження з техногенними відходами.

А. Використання енергетичного потенціалу мулових відкладень станцій очищення комунальних стічних вод, відходів життєдіяльності птахофабрик, свиноферм, корівників, ПЕТФ, гумових відходів і т.п.

Порівняння ефективності відомих підходів до утилізації такого роду органічних відходів (анаеробне збродування для одержання біогазу, виробництво пелет з наступним їх спалюванням, спалювання вихідної сировини в котлах з циркулюючим киплячим шаром (ЦКШ), піроліз вихідної сировини без доступу повітря, газифікація відходів) свідчить про перевагу застосування технології газифікації з наступним виробництвом електроенергії і перевагу технології спалювання в котлах з ЦКШ для виробництва тепла. Інші підходи значно поступаються за коефіцієнтом використання вихідного матеріалу (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняння ефективності різних технологій використання енергетичного потенціалу органічних відходів

	Енергія вихідної сировини, Гкал	Енергія у вигляді тепла, Гкал	КВП*	Одержана електроенергія, МВат год.	КВП
З проміжним виробництвом пелет	250	175	70	45	16
Спалювання в котлі з циркулюючим киплячим шаром	250	225	90	58	20
Піроліз вихідної сировини	250	153	61	91	56
Газифікація вихідної сировини	250	216	86	120	79

* - коефіцієнт використання палива

На сьогоднішній день в ІБОНХ НАН України напрацьовано значний об'єм експериментальних даних стосовно високотемпературного розкладу органічних відходів різної природи. Так, проведений нами процес термолізу відходів ПЕТФ в широкому температурному діапазоні дозволив визначити оптимальні умови (300 °С) за яких вихід рідкої фракції з показниками [7] приблизно рівний виходу пастоподібного залишку. Високотемпературний (900 °С) розклад такого залишку приводить до утворення газової фракції, яка на 96,9-99,0 % [7] складається із суміші вуглеводнів з теплотворною здатністю ~11000-11300 ккал/кг. Це один із можливих шляхів переробки ПЕТФ-відходів, який дозволяє максимально використати їхній потенціал з отриманням рідкої фракції [7] і високоенергетичної газової фракції.

В. Використання енергетичного потенціалу термореактивних та термопластичних відходів

Серед відомих способів утилізації такого роду відходів (утилізація на звалищах, спалювання, виробництво гумової крихти як наповнювача, виробництво гумової крихти для дорожнього будівництва, піроліз) досить

перспективним виглядають підходи, в основі яких лежить терморозклад таких відходів. Нами досить детально опрацьовано питання їхнього термолізу [1-6]. Основним висновком проведених досліджень є висновок про неможливість прямого використання одержаних продуктів за призначенням без залучення вторинних процесів. Причому однозначність цього висновку не залежить від умов проведення процесу. Слід, разом з цим, відмітити, що рідка фракція, одержана при терморозкладі відходів поліетилентерефталату (ПЕТФ), є більш близьким за своїми фізико-хімічними характеристиками продуктом до, наприклад, нафтового дизпалива у порівнянні з таким же, одержаним при термолізі гумової крихти [7]. Хоча і в цьому випадку для одержання альтернативного моторного палива необхідні вторинні процеси. Разом з цим, одержувані продукти можуть бути використані наступним чином:

Рідка фракція:

- як один із компонентів в сумішевих паливах;
- як добавка до нафти-сирцю;
- в якості розчинників;
- при певному доопрацюванні – як аналог мазуту М-40 або як пічне паливо.

Тверда фракція:

- як паливо для металургійних виробництв (типу напівкоксу);

Газоподібна фракція:

- як енергетичне джерело для внутрішніх потреб.

С. Використання ресурсного потенціалу термореактивних та термопластичних відходів

Рідку фракцію піролізу відпрацьованих автошин можна розглядати як джерело одержання ненасичених сполук або циклічних вуглеводнів, наприклад, лімонену (терпенового вуглеводню) - 1-метил-4-ізопропенілциклогексену-1, якого у фракції 150-350 °С міститься до 10 %.

Газоподібна фракція піролізу:

- як джерело для одержання алканів (метан-пентан) та алкенів (етилен-бутилени, бутадієни).

Термопластичні відходи можуть з успіхом застосовуватися як в'язуче при створенні композитних матеріалів для виготовлення виробів із заданими експлуатаційними властивостями [8].

Д. Каталітично-реагентне очищення проблемних промислових стічних вод зі стадією знешкодження утвореного при очищенні твердого залишку

- вдалий вибір каталізатору та окиснювача та оптимізація умов проведення процесу очищення, дозволяють зменшити кількість органічних сполук в 10-15 разів (на прикладі очищення фільтрату полігону № 5 київського звалища ТПВ), або досягти повного очищення стоків від, наприклад, фенолу [9]. Такий підхід дозволив розробити комплексну технологію очищення фільтрату до норм скиду очищеної води у відкрите довкілля [10-13] зі стадією знешкодження утворених в процесі очищення осадів.
- на прикладі концентрованого залишку, одержаного при очищенні фільтрату, розроблено технологію трансформації такого залишку у твердий практично водонерозчинний матеріал [14]. З використанням елементів цієї технології показана можливість кондиціювання утворюваних осадів.

Е. Комбіновані очисні споруди для невеликих міст і населених пунктів

Розробляється концепція модернізації існуючих очисних споруд біологічного очищення комунальних стічних вод, яка передбачає [15, 16]:

- заміну первинних відстійників на анаеробні психрофільні EGSB-реактори (expanded granular sludge bed) з розширеним шаром гранул;
- застосування для аеробного ступеню очищення споруд, які мають ознаки аерофільтрів з полегшеним завантаженням і аеротенків відстійників;
- забезпечення постійного виносу частково деструктованої органіки з EGSB-реактору на наступну стадію очищення;
- забезпечення скиду надлишкового мулу зі стадії аеробного очищення в EGSB-реактор;
- використання очисного каналу для доочищення очищеної стічної води від азотовмісних сполук (нітрифікація);
- використання анаеробного реактору (ABR) для денітрифікації стоків;
- використання високонавантажених мулових площадок;
- використання струйної аерації із застосуванням погрузних мулових насосів для більш глибокого насичення мулу киснем безпосередньо в аераторі.

Втілення цієї концепції повинно забезпечити наступне:

- впровадження на існуючих спорудах психрофільного EGSB-реактору розвантажить і поліпшить роботу аеротенків, при незначних витратах на реконструкцію і модернізацію;
- створення недорогих проектів КОС при новому будівництві з питомими витратами електроенергії (не більше 0,2-0,5 квт · год/м³ стоків);
- зменшення у порівнянні з існуючими технологіями в 4-5 разів по сухій речовині мулу, який характеризується хорошими водовіддаючими властивостями, високою зольністю і стабільністю, а, відтак, суттєве зменшення площі мулових площадок;

- можливість одержання біогазу для власних потреб КОС – опалення, гаряче водопостачання;
- стійкість системи до різного роду гідравлічним режимам – відсутність потреби у спорудах по усередненню стоків;
- децентралізація очищення стоків в населених пунктах;
- можливість автоматизації технологічного процесу очищення стоків. Можливість дистанційного керування.

Г. Використання золоподібних відходів

Ми маємо значний досвід у сфері поводження з золовим залишком, одержуваним після спалювання кам'яного вугілля на ТЕС (на прикладі золи Трипільської ТЕС). Означений продукт має чудові в'язучі властивості і може з успіхом застосовуватися при знешкодженні висококонцентрованих стічних вод різної природи. Крім цього, зола ТЕС сприяє суттєвому зниженню вологості осадів, отриманих при очищенні стоків (на 26,8 % методом вакуумної фільтрації і 14,4 % методом центрифугування) [7].

Сьогодні можна стверджувати про перспективність використання золи або зола шлаку ТЕС для виробництва теплоізоляційних будівельних матеріалів у вигляді:

- теплоізоляційних панелей;
- піноскла;
- скла;
- керамічної плитки;
- цегли для облицювання;
- наповнювачів в будівельних конструкціях, бетоні;

І, нарешті, в ІБОНХ НАН України відпрацьовано спосіб одержання з золи Трипільської ТЕС високочистого аморфного діоксиду кремнію [7], як товарної продукції або вихідної сировини для:

- напівпровідникового кремнію;
- кремнію для виготовлення сонячних батарей.

Сьогодні є всі підстави вважати розроблений спосіб перспективним для одержання високочистого аморфного діоксиду кремнію із золотого залишку, який супроводжує процес газифікації мулових відкладень станцій очищення побутово-промислових стічних вод. Спосіб апробовано на золі мулів Бортницької станції аерації м. Києва.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кашковский В.И., Бедюх А.Р. Комплексная утилизация отработанных автомобильных шин с использованием методов магнитного удара и низкотемпературной деструкции // IV Международная конференция «Сотрудничество для решения проблемы отходов». Харьков, 31 января – 1 февраля 2007 г. – С. 130-132.
2. Кашковский В.И., Бедюх А.Р. Жидкие продукты термолитиза отработанных автошин // Материалы V Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов». Харьков, 2-3 апреля 2008 г. – С. 123-125.
3. Переробка автомобільних шин з використанням методів магнітного удару та термохімії / Бедюх О.Р., Кашковський В.І., Степанов А.В., Матусевич Г.Г. // Вісник Київського університету. Серія 6 радіофізика та електроніка. Випуск 3.- 2007. – С. 218-222.
4. Кашковский В.И., Бедюх А.Р. Комплексный подход к переработке шин и других углеводородсодержащих отходов // Шина плюс. – 2007, № 4. – С. 26-28.
5. Кашковский В.И. Жидкое топливо термолитиза отработанных автошин как добавка к нефтепродуктам // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2011, № 1. – С. 41-46.
6. Кашковский В.И., Чубов Л.Н. Термолитическая деструкция автошин в среде жидких углеводородов // Материалы VII Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов». Харьков, 7-8 апреля 2010 г. – С. 63-64.
7. Кашковский В.И. Разработки ИБОНХ НАНУ: технологии использования отходов для очистки и обезвреживания сточных вод, получения ценных материалов и синтетического топлива // Материалы VIII Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов». Харьков, 23-24 февраля 2011г. – С. 75-77.
8. Спосіб переробки відходів поліетилентерефталату (ПЕТФ) / Кашковський В.І., Кисельов В.П., Шаповал Г.С. та ін. // Патент України № 32053. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 12 травня 2008 р.
9. Спосіб деструктивного очищення стічних вод від фенолів / Кашковський В.І., Войновський В.В., Матяш Л.П., Решетар Т.П. // Патент України № 74733. Опубл. 16.01. 06 р. Бюл. № 1
10. Кашковський В.І., Кухар В.П. Способи знешкодження високотоксичних стоків звалищ твердих побутових відходів // Наука та інновації. – 2005. – Т. 1, № 6. – С. 107-116.
11. Комплексная переработка фильтрата твердых бытовых отходов / Кашковский В.И., Горбенко В.Н., Синяков Ю.Б., Вальчук Д.Г. // II Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Еколо-гія/Ecology) // Збірник наукових статей. – Вінниця, 23-26 вересня 2009 року, - Вінниця. С. 28-32.
12. Технология комплексной очистки фильтративных вод полигонов твердых бытовых отходов / Кашковский В.И., Синяков Ю.Б., Горбенко В.Н., Вальчук Д.Г. // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2010, № 5. – С. 61-67.

13. Комплексная очистка фильтрационных вод / Кашковский В.И., Синяков Ю.Б., Горбенко В.Н., Вальчук Д.Г. // Твердые бытовые отходы. – 2010, № 4. – С. 34-40.
14. Кашковский В.И., Войновський В.В., Войновський В.В. Спосіб закріплення високотоксичних рідких стоків міських звалищ твердих побутових відходів / Патент України, № 62635, Опубл. 15.12.05 р. Бюл. № 12,
15. Комбинированные очистные сооружения для небольших городов и населенных пунктов Украины / Евдокименко А.Н., Кашковский В.И., Писанко Н.В. и др. // Вода: технология и экология. - 2010, №2. – С. 55-70.
16. Новые подходы к очистке сточных вод / Кашковский В.И., Евдокименко А.Н., Удовенко А.С., Бублык В.А. // XVIII (ежегодная) международная научно-техническая конференция «Экологическая и техногенная безопасность. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов», г. Бер-дянск, 07-11 июня 2010 г.- С. 202-218.

УДК 628.543

Кравець В.В. (Україна, Київ)

ВИБІР ВИЩИХ ВОДЯНИХ РОСЛИН ДЛЯ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД ЦУКРОВИХ ЗАВОДІВ

Дослідження по вивченню можливостей застосування вищих водяних рослин для очистки стічних вод цукрових заводів проведені в дослідних ставках на Первомайському цукровому заводі.

Метою досліджень на дослідних ставках з вищими водяними рослинами (ВВР) було наступне:

- відпрацювати технологічні режими експлуатації ставків і встановити оптимальне завантаження по забруднюючим речовинам на 1 м² площі ставка;
- визначити фільтраційні властивості біоставків засаджених ВВР;
- обґрунтувати вибір визначених рослин для очищення гідротранспортних ставків цукрових заводів.

Дослід був розрахований на 3-х річний цикл досліджень у біоставках площею 0,22 га, по 300 м² кожний, і 5-й – площею 800 м², який виконував роль проміжного – аварійного – ставка для приймання надлишкової води з дослідних ставків. Об'єм дослідних ставків після заповнення їх водою складав 150 м³, проміжного – 1440 м³.

Перший ставок був визначений як експериментальний, і в ньому було висаджено 12 видів рослин, а саме: рогоз широколистий, р. лакмана, р. вузьколистий, очерет, камиш, сусак, їжача голівка, цицанія, ірис, лепеха, частуха та осока, що дозволило, одночасно з проведенням дослідів по інтенсифікації процесів очистки води і її фільтрації в ґрунт, встановити:

- перспективні види рослин для очистки стічних вод цукрових заводів;
- оптимальну послідовність посадки рослин в картах фільтрації;
- інгібуючий вплив органічних виділень різних видів рослин на ростучі види рослин.

У другому, третьому, четвертому ставках була проведена посадка комишу, очерета і рогози. На 1 м² площі ставка висаджувалося 15-20 рослин, і тільки комишу озерного на 1 м² було висаджено 35-50 рослин.

Дослідами в експериментальному ставку з'ясовано, що органічні виділення очерету, рогози, півників і сусака не справляють пригніблюючої дії на ріст інших видів зростаючих поряд рослин, тоді як виділення комиша та лепехи найбільш несприятливо впливають на ріст ВВР, які знаходяться в одній асоціації з ними.

В таблиці наведені дані по адаптації ВВР до стічних вод цукрового заводу, розкрита роль взаємодії різних видів ВВР між собою.

На дослідних біоставках після підрахунку рослин, виявлено, що розростання очерету складає 80-90 рослин на 1 м², рогози -30-50 рослин на 1 м², комишу в другому ставку: на початку – 30-50 рослин на 1 м², всередині – 20-30 рослин на 1 м², в кінці – 80-120 рослин, півників – 50 рослин на 1 м².

Протягом 3-х років проводився контроль якості очистки води за фізико-хімічними, біологічними і санітарно-бактеріологічними показниками.

Досліди показали, що в період налагодження навантаження 70 м³/доб на 1 га дуже високе, і показники по очистці стічних вод - на виході з 4-го ставка та свердловини глибиною 1 м - дуже низькі. Стічна вода на вході в ставки мала різкий гнильний запах, БПК₅ коливались від 300 до 400 мг О₂/л, зважені частки – 4500-5000 мг/дм³. Якщо в пробах на виході з 4-го ставка БПК₅, ХПК і зважені частки зменшувались до 90-100 мг/дм³, 150-200 мг/дм³, 400-500 мг/дм³ відповідно, в пробах з свердловини вже був відсутній гнильний запах, вміст завислих речовин знижувався до 100 мг/дм³, БПК₅ – до 20 мг/дм³, з'являлися сліди розчиненого кисню.

Мікробне число стічних вод від відстійника, надходячи в біоставки, коливалось від 22х10⁶ до 37х10⁷. Колі-індекс, поступаючи стічних вод, складав 7х10⁸-8х10⁹, індекс ентерокока - 23х10⁵ - 2х10⁶. Кількість бляшкоутворюючих одиниць кишкових фагів в 1 мл води коливалась від 20 до 40. В стоках, які пройшли доочистку в досліджуваних біоставках з ВВР, спостерігалось зниження загальної мікробної обсімененості. Цей показник зменшився на 2 lg, але залишився високим - 12х10⁴ і 24х10⁴, а в окремих ставках колі-індекс складав 1х10⁶ і 15х10⁶.

Ці дані свідчать про збереження в очищених стоках, небезпечних в епідеміологічному відношенні, вірусних забруднень. Протягом наступних двох років (1981-1982 рр.) показники очищення води відповідали вимогам до якості води, що використовується для гідротранспорту буряка. Так, на виході із 4 ставка показники очищення води були наступними: БПК₅ - 15 мг/дм³, ХПК – 45 мг/дм³, азот амонійний – 1,5 мг/дм³, фосфати – 0,9 мг/дм³,