

3. Kruger, R.A. 2003. Successful use of coal ash in South Africa. In. Mat. X Międzynarodowej Konferencji "Popioły z energetyki" W-wa 14-17 XI 2003, 53-70, (in Polish).
4. Krzywy, E., Nowak, W. & Wołoszyk, Cz. 1997. Agricultural chemistry. AR Szczecin, 18-26, (in Polish).
5. Nowosielski, O. 1974. Fertilization of vegetable plants. PWRiL Warszawa, 55, (in Polish).
6. Polish norm – PN-ISO 10390/1997, (in Polish).
7. Rosik-Dulewska, Cz. 2002. Basis of waste management. PWN Warszawa, 125, (in Polish).
8. The Ordinance of Minister Environment, 27.09. 2001, Off. J. No 112, item 1206, (in Polish).

УДК 332.64. *Доц. В.П. Оліферчук, канд. біол. наук; студ. М.Т. Матвієнко;
проф. І.Г. Войтович, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів*

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ОСАДУ СТИЧНИХ ВОД ОЧИСНИХ СПОРУД ЛЬВОВА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ

Здійснено експериментальні дослідження анаеробного перероблення мулу, який утворився після очищення стічних вод, в біогаз. Запропоновано встановити метантенки на каналізаційних очисних спорудах м. Львова. З'ясовано, що для використання осаду як добрива, треба вилучити важкі метали вже на стадії їх потрапляння в каналізацію. Тобто, треба заборонити скидати відходи з шкідливими домішками в міську каналізацію, а також контролювати всі підприємства, які не проводять очищення відходів виробництва.

Ключові слова: каналізаційні очисні споруди, мул, біогаз, ферментація.

*Assoc. prof. V.P. Olfierchuk; stud. M.T. Matvienko;
prof. I.G. Voytovich – NUFWT of Ukraine, L'viv*

Flow waters sediment use possibilities of Lviv's sewage disposal plant for biogas production

The experimental researches of silt anaerobic transformation what formed after sewage purification to biogas are made. It is suggested to set methanetanks on the Lviv's sewage disposal plant. It is set that for the use of sediment as fertilizer, it is needed to withdraw heavy metals already on the stage of their hit in the sewage system. That, it is needed to forbid to throw down wastes with harmful admixtures in the city sewage system, and also to control all enterprises which do not conduct cleaning of wastes of production.

Keywords: sewage disposal plant, silt, biogas, fermentation.

Стічні води міста Львова збираються та транспортуються через систему каналізаційних колекторів і насосних станцій на каналізаційні очисні споруди (КОС), де здійснюють їхнє механічне і біологічне очищення, після чого очищену воду скидають в річку Полтава, а густу фракцію вивозять на мулові майданчики.

Внаслідок очищення стічних вод утворюється багато осаду (мулу). Раніше весь оброблений осад транспортували для зневоднення і сушіння в природних умовах на мулові поля площею 20 га. Тепер у цеху механічного зневоднення мулу встановлено 7 центрифуг шведської фірми NOXON, які дадуть змогу вирішити одну з найскладніших проблем у системі водовідведення міста Львова – проблему зневоднення осаду стічних вод, який утворюється після біологічної очистки. У такому випадку на мулових майданчиках утворюється значно менше мулу, відповідно він займає менше місця. Та

попри те, що зневоднений осад на мулових полях займає менше місця (до слова, навіть після цього він трояндами не пахне), проблему його складування досі не вирішено. Міських мешканців стає щораз більше, відповідно, більше і продуктів їх життєдіяльності. Мулові майданчики, на яких далі складається вже обезводнений осад, зараз переповнені, тому існує проблема їхнього подальшого функціонування.

Осад на мулових майданчиках перебуває на відкритій території, тому забруднює атмосферне повітря (внаслідок випаровування в атмосферу потрапляють різні забруднювальні речовини, які мають дуже неприємний запах, особливо це відчутно в літню пору року). Забруднюється ґрунт і підземні води.

Метою цього дослідження є знайти шляхи утилізації мулу, який утворюється на КОС м. Львова. Проаналізувавши технологію очищення стічних вод на кожному етапі процесу, ми дійшли висновку, що, крім механічного та біологічного очищення, каналізаційні стоки піддавати анаеробному переробленню. Пропонуємо на очисних спорудах встановити метантенки, які дали б змогу з мулу отримати біогаз.

Біогаз – це суміш CH_4 (65-70 %) і CO_2 (25-30 %) та гази-домішки NH_3 , H_2 , SH_2 (≈ 2 %) – продукт анаеробної ферментації органічних речовин. Ці речовини розкладаються метаноутворювальними бактеріями за таких основних сприятливих умов для їхньої життєдіяльності: відсутності вільного кисню; достатньої кількості азоту; наявності нейтрального середовища ($\text{pH}=6,6\ldots 7,2$); відсутності світла; відповідного значення температури ($t=25\text{--}45^\circ\text{C}$); високої вологості (вище 50 %) [1].

Розкладання органічних речовин відбувається в процесі життєдіяльності бактерій, котрий умовно можна поділити на два етапи. На першому кислотоутворювальному етапі складні високомолекулярні органічні з'єднання (білки, жири, полісахариди) піддаються ферментативному гідролізу. Одночасно під впливом мікроорганізмів відбувається гідроліз моносахаридів, органічних кислот та спиртів. Як наслідок, утворюється водень, вуглекислий газ, низькомолекулярні жирні кислоти, спирти і деякі інші з'єднання. На цьому етапі беруть участь такі анаеробні бактерії: *Clostridium*, *Bacteroides*, *Rumicoccus*, *Butyrivibrio* [2]. На другому етапі метанові бактерії (*Syntrophobacter*, *Syntrophomonas*, *Desulfovibrio*) синтезують потрібний для життєдіяльності кисень з молекул кислот, з виділенням CH_4 , CO_2 і H_2O [2].

У лабораторії кафедри технології виробів з деревини технологічного факультету Національного лісотехнічного університету України було досліджено можливості виробництва біогазу з різноманітних органічних відходів рослинного і тваринного походження та каналізаційних стоків. Ми здійснили експериментальні дослідження отримання біогазу з мулу, який утворюється після біологічної очистки стічних вод. Для цього завантажили 120 л відходів, отриманих після механічного зневоднення мулу центрифугами, з очисних споруд м. Львова, які мали вигляд мулу сіро-чорного кольору з неприємним запахом, до якого добавили 60 л води з водопровідної мережі. Суміш ретельно перемішували, щоб не було великих згустків, оскільки для життєдіяльності мікроорганізмів важливо створити відповідне живильне середовище, яке за-

лежить від кількості мікроорганізмів, що беруть участь у ферментації та площі дотику між мікроорганізмами і середовищем. Бактеріям для їхньої нормальної життєдіяльності потрібна поверхня прилипання – іммобілізація їх на природних носіях.

Однією зі сприятливих умов для життєдіяльності бактерій є висока вологість субстрату. Дослід на визначення сухого залишку ми виконали за відомою методикою [3].

$$D = \frac{(A - B) \cdot 100}{C - B} = \frac{(56,8780 - 53,6045) \cdot 100}{83,4950 - 53,6045} = 10,9526 \approx 11\%;$$

$$V = 100 - D = 100 - 11 = 89\%.$$

де: D – сухий залишок субстрату за $t=105^{\circ}\text{C}$; A – маса висушеного зразка + маса чашки $A=56,8780$ г; B – маса чашки $B=53,6045$ г; C – маса мокрого зразка + маса чашки $C=83,4950$ г; V – вологість субстрату.

Вологість субстрату (мул + вода) становить 89 %, тому умови для життєдіяльності анаеробних бактерій є сприятливими. Кислотність субстрату в експерименті дорівнює 6,8. Значний вплив на утворення біогазу має температура, тому ми обрали температуру для цього процесу $t=41^{\pm 1^{\circ}}\text{C}$.

Дослідження здійснювали на біогазовій установці об'ємом 200 л. Газ збирали в попередньо протаровану камеру. Біоустановку ввімкнули 29.12.08. А вже 04.01.09. газ наповнив камеру. Результати дослідів подано в табл.

Табл. Динаміка отримання біогазу

№ з/п	Тривалість ферментації, діб	Разовий об'єм виходу газу, газу від початку дослідів V_1 , л	Добовий вихід газу V_2 , л	Сумарний об'єм виходу газу від початку дослідів, V_3 , л	Примітка
1	6	240	40	240	Газ не горить у пальнику, має запах сірководню.
2	6	120	20	360	Газ не горить у пальнику, має запах сірководню.
3	11	80	7,3	440	Газ спалахує. Є запах сірководню.
4	9	100	11,1	540	Газ горить при сірнику, коли сірник згасає газ не горить. Запах сірководню – сліди.
5	3	80	26,6	620	Газ горить на пальнику голубим полум'ям
6	12	125	10,4	745	Газ горить на пальнику голубим полум'ям
7	7	155	22,1	900	Газ горить на пальнику голубим полум'ям
8	7	130	18,6	1030	Газ горить на пальнику голубим полум'ям
9	4	220	55	1250	Газ горить на пальнику голубим полум'ям
10	5	300	60	1550	Газ горить на пальнику голубим полум'ям
11	4	320	80	1870	Газ горить на пальнику голубим полум'ям

12	7	130	18,5	2000	Газ горить на пальнику голубим полум'ям
13	3	120	40	2120	Газ горить на пальнику голубим полум'ям
14	7	120	17,1	2240	Газ горить на пальнику голубим полум'ям
15	7	110	15,7	2350	Газ горить на пальнику голубим полум'ям
Σ	98	---	---	2350	---

В біоустановку не вносили додатково мікрофлори. Установа працювала на природній флорі, яка утворилась в процесі ферментації. Як видно з табл., для розмноження достатньої кількості метаноутворювальних бактерій потрібний був підготовчий період, терміном у 23 дні. Добовий вихід газу визначали відношенням разового об'єму виходу до тривалості ферментації, а сумарний об'єм – додаванням разового об'єму до попередньої кількості. Динаміку утворення біогазу зображено на рис.

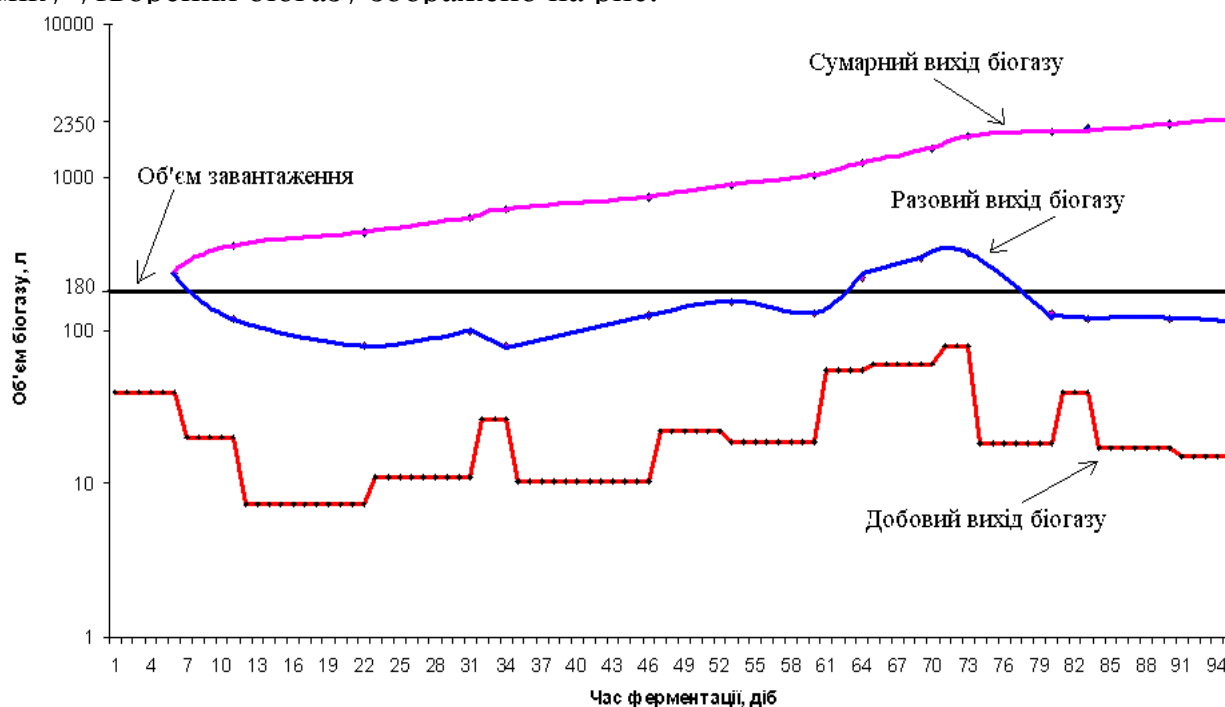


Рис. Динаміка утворення біогазу

На підставі досліджень ми можемо зробити висновки:

- як видно з графіка, газ виходить і після трьох місяців ферментації, тому сумарний його вихід зростає. Після 12 діб отримали 360 л газу, який не горів. Через наступних 11 діб отримали 80 л газу, який лише спалахував. Можна зазначити, що отриманий за цей час газ ще непридатний до горіння. Такий стан ми пояснюємо тим, що на початку реакції не додали іммобілізаційні бактерії. Можливо, через це інтенсивність виділення біогазу в середньому становить 0,12 літрів з літри об'єму реактора за добу, що значно менше порівняно з даними літературних джерел. Таким чином з отриманих 2350 л газу 540 л виявилися малоприсадними для горіння. Враховуючи те, що добові об'єми стічних вод на КОС є значними, це дасть змогу отримати значну кількість біогазу. Щоб прискорити вихід газу, доцільно разом з мулом вводити іммобілізаційні бактерії, що буде можливим в безперервно діючій установці, і що дасть змогу скоротити термін анаеробного бродіння;

- каналізаційні стоки є великим джерелом сировини для отримання біогазу. В існуючий технологічний процес ми рекомендуємо залучити анаеробне перероблення для отримання біогазу, яке практикують у передових країнах світу;
- біогаз, який утворюється через когенератори, можна переробляти на електроенергію, таким чином КОС можуть використовувати електроенергією для освітлення приміщень і підігріву метантенків;
- зневоднений мул можна використовувати для вирощування дерев, застосовувати, як добриво для квітів. Однак використовувати мул із львівських очисних споруд, на сьогодні, не можна, адже там міститься багато важких металів. А очищати каналізаційні стоки від важких металів надзвичайно дорого і складно. Аби можна було використовувати осад як добриво, треба вилучити важкі метали вже на стадії їх потрапляння в каналізацію. Іншими словами, треба заборонити скидати відходи зі шкідливими домішками в міську каналізацію, а також контролювати всі підприємства, які не рідко замість того, щоб очищувати відходи їх виробництва, скидають до міської каналізації.

Література

1. Дудюк Д.Л. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі : навч. посіб. / Д.Л. Дудюк, С.С. Мазепа, Я.М. Гнатишин. – Львів : Вид-во "Магнолія 2006", 2008. – 188 с.
2. Семененко И.В. Проектирование биогазовых установок. – Сумы : ПФ "МакДен", ИПП "Мрия-1" ЛТД, 1996. – 347 с.
3. **Laboratory manual** water and wastewater analysis Lenox institute of water technology, 1999. – 450 с.

УДК 504.06, 628.4

*Доц. Л.І. Челядин, канд. техн. наук;
доц. Л.І. Григорчук, канд. пед. наук – Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу; мол. наук. співроб. В.Л. Челядин –
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника*

ТЕХНОГЕННА СИРОВИНА, ЇЇ УТИЛІЗАЦІЯ ТА ВПЛИВ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ ОБ'ЄКТІВ

Наведено перелік основних забруднювачів довкілля – шкідливих викидів в атмосферу, стічних вод у водні ресурси, відходів I-III класу небезпеки за 2001-2006 рр. та на одиницю площі в Україні та її західних областях. На основі запропонованої уточненої формули розраховано інтегральний показник екологічної безпеки об'єкта (ШЕБО) для ТЕС та інших підприємств. Встановлено, що впровадження нових технологій утилізації золошлаків і використання утворених матеріалів в удосконалених процесах водоочищення дає змогу підвищити значення ШЕБО, наприклад для ТЕС, на 3,5 бала протягом року. Запропоновано схему утилізації техногенної сировини та підвищення рівня екологічної безпеки підприємств енергетичної та нафтохімічної галузей виробництва.

Ключові слова: техногенна сировина, утилізація, інтегральний показник екологічної безпеки об'єкта.

*Assoc. prof. L.I. Chelyadyn¹; assoc. prof. L.I. Grygoruk¹ – Ivano-Frankivsk
national technical university of oil and gas; junior research officer V.L. Chelyadyn
– Prykarpattya national university of the name of Vasyl Stefanyka*

Technogenic raw material, its utilization and influence on object ecological safety

In the article are resulted the amount of basic pollutants of nature – harmful atmospheric emission, flow waters in water resources, wastes of I-III danger class after