

**Белянська О.Р.**

Дніпровський державний технічний університет

**Біленко Т.Є.**

Дніпровський державний технічний університет

**Колісник Я.О.**

Дніпровський державний технічний університет

**Красніков К.С.**

Дніпровський державний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕРОБКИ КАЛЬЦІЄВМІСНИХ ВІДХОДІВ У ТЕХНОЛОГІЇ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРІВ

*У кожному розвиненому цивілізованому суспільстві кількість відходів стає недостатньо контролюваною, що сприяє забрудненню навколишнього середовища, отруєнню води та швидкому поширенню інфекційних захворювань. Утилізація та переробка допомагає зменшити кількість відходів та забезпечує постачання дорогоцінної вторинної сировини в промисловість.*

*Однією з проблем наукового інтересу є раціональне поводження з відходами, включаючи збирання відходів, компостування, споживання, зменшення кількості відходів. У статті представлена нова методика утилізації промислових відходів, яка була створена під час дослідження впливу добавок, що містять кальцій, на вміст метану у отриманому об'ємі біогазу.*

*Досліджено ефект додавання кальцієвмісного шламу ТЕС та розчину кальцієвої селітри в концентраціях 4, 6, 8, 10, 12, 14% у метановому резервуарі з розчином побутових відходів та міських стічних вод. Представлена кінетика накопичення біогазу після додавання мулу з різною концентрацією. Порівнюючи отримані експериментальні і математичні залежності, видно що існує між ними суттєва різниця при додаванні оптимальної концентрації осаду, спостерігається позитивний ефект при експериментальному випробуванні.*

*Визначено якість за концентраціями 25 хімічних елементів отриманих добрив після додавання кальцієвмісного шламу до біореактора. На основі експериментальних даних була розроблена технологія отримання комплексних добрив з використанням регулюючої добавки кальцієвмісного шламу. Представлена лабораторна установка для переробки промислових відходів у комплексне добриво. Крім того, представлена повна технологічна схема переробки кальцієвмісних шлаків та харчових відходів у комплексне добриво.*

**Ключові слова:** *комплексні добрива, кальцієвмісний шлам ТЕС та розчин кальцієвої селітри, харчові відходи, стічні води.*

**Постановка проблеми.** Відходи – одна з найбільших екологічних проблем сучасності. На жаль, лише нещодавно вони зайняли гідне місце на державному рівні у групі питань, які необхідно терміново вирішувати. Відходи стають серйозною проблемою кожного цивілізованого суспільства, оскільки вони недостатньо контролюються, сприяють забрудненню навколишнього середовища, отруєнню вод та розвитку інфекційних хвороб. Утилізація та переробка дозволяє зменшити кількість сміття, а також забезпечити постачання у промисловість дорогоцінної сировини [1, 2].

Серед питань, що становлять інтерес науковців, є раціональне управління відходами, зокрема

збір відходів, компостування, споживання, способи скорочення відходів. У роботі наукових досліджень вибрано пріоритетний напрям відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» – раціональне природокористування. Одним з фахових перспективних напрямків є дослідження, що спрямовані на створення енергозберігаючих технологій переробки та утилізації промислово-побутових відходів з отриманням комплексних добрив, біогазу.

Біогазова технологія дає змогу разом із розв'язанням екологічної проблеми отримувати високоефективні комплексні добрива та енергію у вигляді біогазу. Відомі технології одержання

біогазу з промислово-побутових відходів в наш час використовуються частково. Підприємства Дніпропетровщини все частіше замислюються про альтернативні джерела енергії. ПАТ «Миронівський хлібопродукт» почало будівництво біогазової станції на базі птахофабрики ЗАТ «Оріль-Лідер», а корпорація «Агро-Овен» – на базі свиноферми в с. Оленівка. На біогазових установках ці підприємства отримують теплоу і електричну енергію для власних потреб. До того ж, невирішеним залишається питання утилізації і переробки кальцієвмісних шламів, що роками зберігається на заводах мінеральних добрив, теплоелектростанціях [3, 4]. Такі шлами можуть бути використані в якості добавки до органічного субстрату, створюючи при цьому комплексні високоякісні добрива. Серед значних вагомих переваг використання біогазових технологій є «шкідливий фактор» вмісту в субстраті важких металів, що перешкоджає використанню отриманого добрива в сільському господарстві. Тому в роботі поставлена мета дослідження впливу добавки кальцієвмісних шламів у суміш харчових відходів на якість отриманого добрива.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Покоління біогазових установок росте, як ніколи раніше. Значна кількість сучасних екологічних проблем виникає через локальне нагромадження органічних відходів. Такі відходи мають підлягати утилізації. Рідкий гній із гноєсховищ, рідка консервована біомаса кормових культур зі сховища та інша попередньо зволожена і подрібнена біомаса надходять до вагодозувального пристрою, де змішуються і подаються до підігрівача субстрату [5].

Енергія, що звільняється внаслідок анаеробного процесу, не втрачається як тепло при компостуванні, внаслідок життєдіяльності метанових бактерій вона перетворюється в молекули метану [6].

Використовують чотири методи термічного знешкодження та утилізації твердих побутових відходів: шарове спалювання непідготовлених твердих побутових відходів у топках сміттєспалювальних котлів; шарове або камерне спалювання підготовлених твердих побутових відходів у топках енергетичних котлів; низькотемпературний піроліз твердих побутових відходів з їх підготовкою або без неї; високотемпературний піроліз твердих побутових відходів з їх підготовкою або без неї. Кожний з них певною мірою зменшує об'єм перероблених відходів: від 2% при високотемпературному піролізі до 30% при шаровому спалюванні непідготовлених відходів [7].

Захоронення твердих побутових відходів використовується як міра їх утилізації в наступних випадках: високої токсичності матеріалів; негорючості компонентів відходів та неможливості їх переробки в будівельні матеріали; залишки горючих компонентів відходів [8].

Технологія керованої аеробної ферментації технічно і економічно абсолютно доступна для широкого впровадження в сільських господарствах усіх форм власності. Отримані за даною технологією продукти переробки дешевої місцевої сировини у високоефективні біоорганічні добрива є альтернативою мінеральним добривам для більшості господарств. Застосування продуктів біоферментації дозволяє більш успішно вирішити одну з сучасних найболючіших проблем сільського господарства – відновлення гумусу орного шару українських чорноземів [9].

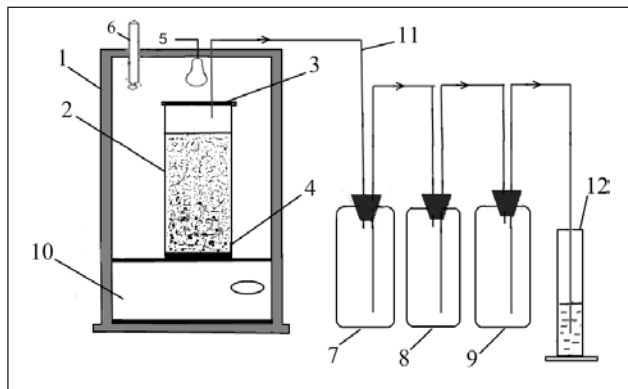
Як зазначають автори роботи [10] проблему виробництва і використання якісних органічних добрив варто сприймати як необхідність створення комплексу таких технологічних прийомів і процесів, що забезпечували б перетворення відходів тваринництва та птахівництва на високоефективні добрива зі сприятливими агрохімічними та санітарно-гігієнічними властивостями.

**Постановка завдання.** Мета роботи – розробити нову енергоекологічну технологію переробки і утилізації кальцієвмісних шламів з отриманням комплексного добрива на основі промислово-побутових відходів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для дослідження впливу кальцієвмісних відходів на процес одержання добрива було проведено 2 серії експериментальних досліджень анаеробного метанового бродіння при мезофільному температурному режимі при додаванні почергово у зброджувальну суміш кальцієвмісного шламу ТЕС ПАО «ДніпроАзот» і РКС ПАО «Хімдивізіон» у концентраціях 4, 6, 8, 10, 12, 14% на суху речовину.

На рисунку 1 представлена лабораторна установка переробки промислово-побутових відходів у комплексне добриво, що містить біореактор (метантенк), що підігрівався нагрівачем з терморегулятором для мезофільної температури 34°C, ємності для збору біогазу, циліндра для виміру виділеного біогазу, магнітна мішалка.

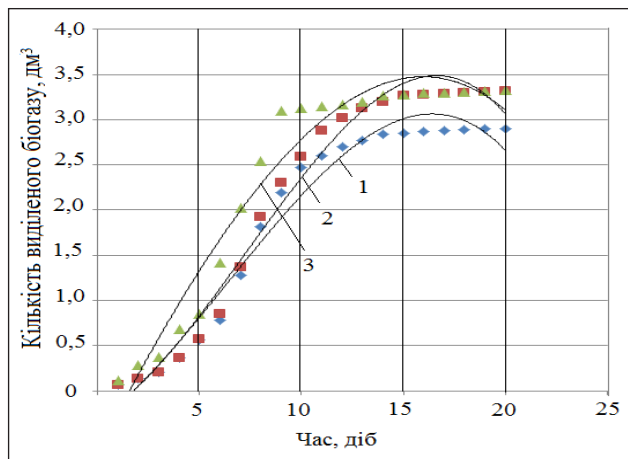
Результати теоретичного розрахунку виходу біогазу в мезофільному режимі:  $V_{gro}$  – швидкість росту мікроорганізмів 0,32 сут<sup>-1</sup>;  $B_{pr.out}$  граничний вихід біогазу дм<sup>3</sup>/кг 1,3 – 1,7; вміст органічної речовини  $C_{org}$  10,3%; вихід біогазу с 1 м<sup>3</sup> біореактора В, дм<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup> 0,8 – 1,96.



**Рис. 1.** Лабораторна установка переробки промислово-побутових відходів у комплексне добриво: 1 – герметичний теплоізолюючий ковпак; 2 – метантенк; 3 – кришка герметична; 4 – нагрівач з терморегулятором; 5 – освітлення; 6 – термометр; 7, 8, 9 – герметичні склянки для збору біогазу; 10 – електромагнітна мішалка; 11 – трубки відводу газу; 12 – циліндр для вимірювання об’єму води

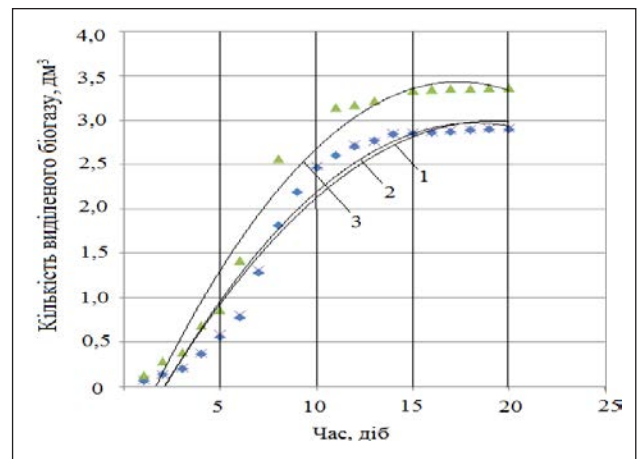
Досліджено вплив добавки кальцієвмісного шламу ТЕС у кількості 4, 6, 8, 10, 12, 14% (рисунок 2) в метантенк з розчином харчових побутових відходів і міської стічної води. Відомо, що чим ефективніше проходить процес метанового бродіння, тим більша кількість виділеного біогазу. Тому, саме за кінетикою виділення біогазу вели дослідження процесу метанування.

Визначено, що додавання шламу менше ніж 4% економічно не вигідно, тому як витрати на збір, транспортування і дозування шламу будуть перевищувати економічний ефект від скорочення тривалості процесу метанування. Згідно усереднених значень кінетики накопичення біогазу при додаванні 4 і 6% шламу ТЕС різниця складає всього 0,02 дм<sup>3</sup> з кілограма сухої загрузки. Додавання 10% кальцієвмісного шламу ТЕС сприяє інтенсифікації виходу біогазу і вже на 15 добу загальна



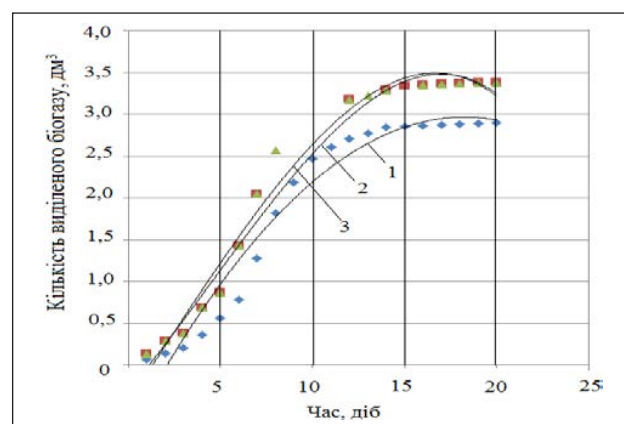
а)

2 – зброджувальна суміш з 4% шламу ТЕС;  
3 – зброджувальна суміш з 6% шламу ТЕС



б)

2 – зброджувальна суміш з 8% шламу ТЕС;  
3 – зброджувальна суміш з 10% шламу ТЕС



в)

2 – зброджувальна суміш з 12% шламу ТЕС;  
3 – зброджувальна суміш з 14% шламу ТЕС

**Рис. 2.** Кінетика накопичення біогазу при додаванні 4 і 6% (а), 8 і 10% (б), 12 і 14% (в) шламу ТЕС порівняно з контрольною сумішшю без добавок: 1 – Контрольна суміш без додавання шламу

кількість отриманого біогазу на 0,7 дм<sup>3</sup> більше з 1 кг сухої загрузки, ніж з контрольної загрузки без додавання шламу.

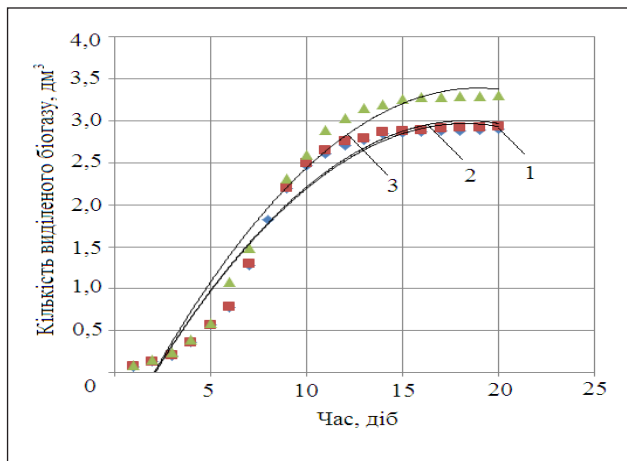
При збільшенні концентрації кальцієвмісного шламу ТЕС з 8 до 14% не спостерігається суттєвого зростання швидкості виділення біогазу, що говорить про створення гранично несприятливого середовища з підвищеним показником рН. За даних концентрацій рН зріс з 7,2 до 9,2. Отже, найбільш безпечними концентраціями кальцієвмісного шламу ТЕС є 6–10% на суху речовину від загального завантаження.

Також досліджено вплив добавки кальцієвмісного шламу РКС у концентрації 4, 6, 8, 10, 12, 14% в метантенк із розчином харчових побутових відходів і міської стічної води (рисунок 3).

Додавання 4% шламу РКС майже не змінює кінетику виділення біогазу. Поліноміальна крива, що

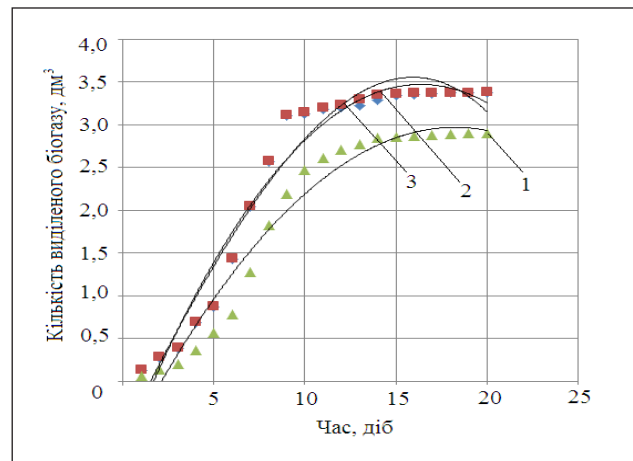
описує процес метанового бродіння суміші відходів з додаванням 4% шламу РКС майже співпадає з кривою, що описує процес метанового бродіння суміші із контрольним завантаженням без додавання кальцієвмісного шламу. При збільшенні концентрації шламу РКС до 6% на суху речовину на 15 добу загальна кількість отриманого біогазу зростає з 2,75 до 3,3 дм<sup>3</sup>. Додавка у метантенк, що працює на відходах харчової промисловості, кальцієвмісного шламу РКС концентраціями 8 і 10% допомагає підвищити швидкість процесу метанування і отримати з 1 кг сухої суміші 3,35–3,45 дм<sup>3</sup> біогазу за 15 діб. Загальний об'єм отриманого біогазу на 15 добу при додаванні 14% шламу РКС становить 1,9 дм<sup>3</sup> з 1 кг сухої суміші, в той час як загальний об'єм отриманого біогазу з контрольної проби становить 2,75 дм<sup>3</sup>.

Отже, найбільш сприятливе середовище для ефективного метанового бродіння харчових



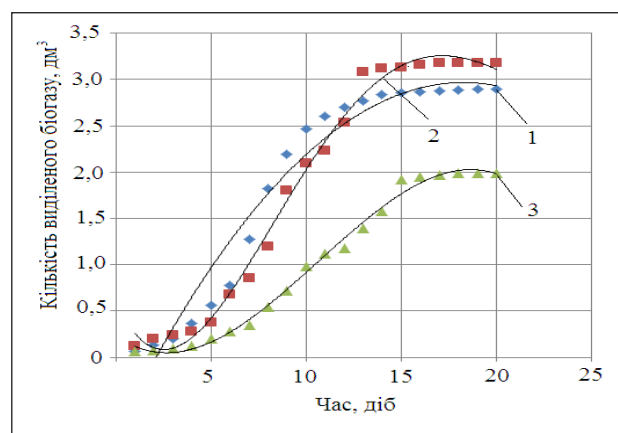
а)

2 – зброджувальна суміш з 4% шламу РКС;  
3 – зброджувальна суміш з 6% шламу РКС



б)

2 – зброджувальна суміш з 8% шламу РКС;  
3 – зброджувальна суміш з 10% шламу РКС



в)

2 – зброджувальна суміш з 12% шламу РКС;  
3 – зброджувальна суміш з 14% шламу РКС

Рис. 3. Кінетика накопичення біогазу при додаванні 4 і 6% (а), 8 і 10% (б), 12 і 14% (в) шламу РКС порівняно з контрольною сумішшю без добавок: 1 – Контрольна суміш без додавання шламу

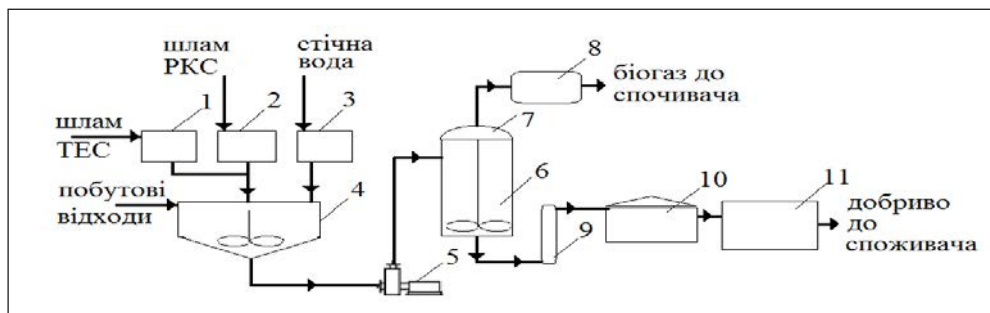


Рис. 4. Технологічна схема переробки кальцієвмісних шламів і харчових побутових відходів в комплексне добриво: 1, 2 – бункери зберігання кальцієвмісних шламів; 3 – збірник стічної води; 4 – змішувач; 5 – дробарка фрезерна; 6 – метантенк мезофільного бродіння; 7 – газгольдер; 8 – відділення очистки біогазу; 9 – елеватор; 10 – ділянка дозування і фасування комплексних добрив; 11 – склад готових добрив

Таблиця 1

Якість отриманих добрив при додаванні в біореактор кальцієвмісних шламів ТЕС і РКС (у %)

| №п/п | Найменування мікроелемента | Концентрація мікроелемента, % |        |        |                        |        |        |
|------|----------------------------|-------------------------------|--------|--------|------------------------|--------|--------|
|      |                            | Концентрація шламу ТЕС        |        |        | Концентрація шламу РКС |        |        |
|      |                            | 6                             | 8      | 10     | 8                      | 10     | 6      |
| 1    | Si                         | 8,837                         | 9,117  | 8,852  | 0,007                  | 0,035  | 0,041  |
| 2    | P                          | 0,065                         | 0,023  | 0,022  | 2,016                  | 1,064  | 1,017  |
| 3    | S                          | 0,002                         | 0,021  | 0,018  | 0,016                  | 0,043  | 0,015  |
| 4    | Cl                         | 0,078                         | 0,075  | 0,081  | 0,103                  | 0,114  | 0,077  |
| 5    | K                          | 2,112                         | 3,901  | 2,805  | 19,902                 | 14,072 | 12,580 |
| 6    | Ca                         | 35,873                        | 36,572 | 36,617 | 45,230                 | 52,980 | 28,908 |
| 7    | Ti                         | 2,647                         | 2,022  | 2,953  | 0,021                  | 0,022  | 0,022  |
| 8    | Cr                         | 0,036                         | 0,012  | 0,016  | 0,031                  | 0,016  | 0,023  |
| 9    | Mn                         | 0,229                         | 0,123  | 0,135  | 0,058                  | 0,017  | 0,160  |
| 10   | Fe                         | 12,253                        | 4,238  | 4,169  | 0,233                  | 0,372  | 0,243  |
| 11   | Ni                         | 0,02                          | 0,014  | 0,016  | 0,02                   | 0,02   | 0,024  |
| 12   | Cu                         | 0,015                         | 0,007  | 0,007  | 0,017                  | 0,006  | 0,007  |
| 13   | Zn                         | 0,041                         | 0,017  | 0,015  | 0,026                  | 0,027  | 0,019  |
| 14   | Br                         | 0,009                         | 0,006  | 0,006  | 0,009                  | 0,003  | 0,005  |
| 15   | Rb                         | 0,073                         | 0,004  | 0,003  | 0,010                  | 0,002  | 0,003  |
| 16   | Sr                         | 0,120                         | 0,013  | 0,013  | 0,015                  | 0,005  | 0,010  |
| 17   | Ag                         | 0,303                         | 0,025  | 0,018  | 0,034                  | 0,012  | 0,019  |
| 18   | Cd                         | 0,104                         | 0,027  | 0,016  | 0,039                  | 0,013  | 0,018  |
| 19   | Re                         | 0,009                         | 0,001  | 0,008  | 0,004                  | 0,001  | 0,002  |
| 20   | N                          | 30,334                        | 38,086 | 38,461 | 32,025                 | 31,007 | 53,605 |
| 21   | Al                         | 5,345                         | 4,086  | 4,079  | 0,021                  | 0,013  | 3,098  |
| 22   | Zr                         | 0,409                         | 0,524  | 0,518  | 0,009                  | 0,018  | 0,020  |
| 23   | Tb                         | 1,085                         | 1,084  | 1,092  | 0,084                  | 0,137  | 0,083  |
| 24   | W                          | -                             | -      | -      | 0,001                  | 0,001  | 0,001  |
| 25   | Eu                         | -                             | -      | -      | 0,069                  | -      | -      |

відходів у стічній міській воді утворює добавка кальцієвмісного шламу РКС концентраціями 6–12%. Експериментальні дані описуються лініями тренду з поліномом другого ступеню, при чому коефіцієнт апроксимації дорівнює 0,82–0,89, тобто близький до одиниці, що свідчить про високий ступінь відповідності лінії з даними.

Наступним етапом досліджень було визначення якості отриманих добрив при додаванні в біореактор 6–10% кальцієвмісних шламів ТЕС і РКС (таблиця 1). Видно, що концентрації металів в добриві не перевищують гранично допустимих, являються безпечними для навколишнього середовища. Найвищі концентрації Ca 45,230–52,980%,



P 2,016–1,064%, K 14,072–19,902% спостерігаються при додаванні 8–10% кальцієвмісного шламу РКС. При додаванні кальцієвмісного шламу ТЕС спостерігається зростання концентрації Fe 4,238–12,253%, Al 4,086–5,345%, концентрація сполук Ca залишається в межах 35,873–36,617%, що обумовлює природу походження шламів ТЕС. Отже, при використанні вищенаведених кальцієвмісних шламів для їх подальшої утилізації і переробки слід враховувати кінцеві якісні показники отриманого добрива, а також вимоги споживача до комплексного добрива. Спираючись на отримані результати досліджень, складена загальна технологічна переробки кальцієвмісних шламів і харчових побутових відходів у комплексне добриво, яку можна впровадити на базі класичних очисних споруд, де існує стадія біологічного очищення стічних вод та на міському сміттєзвалищі.

На рисунку 4 показана принципова технологічна схема переробки кальцієвмісних шламів і харчових побутових відходів в комплексне добриво.

Принципова технологічна схема переробки кальцієвмісних шламів і харчових побутових відходів у комплексне добриво включає бункери зберігання кальцієвмісних шламів (1, 2) і збірник стічної води для забезпечення стабільного запасу шламів і рідини для розведення суміші бродіння. Критерій Рейнольдса для сировини з початковою вологістю близько 99% повинен дорівнювати  $42,4 \cdot 10^3$ , тривалість подрібнення фрезерною мішалкою 4,6 хвилини; якщо вологість сировини буде близько 96% – критерій Рейнольдса повинен бути  $29,93 \cdot 10^3$ , диспергування триватиме 3,5 хвилини; а якщо вологість сировини буде до 92%, то критерій Рейнольдса повинен становити  $17,47 \cdot 10^3$ , тривалість процесу – 2,4 хвилини.

Кальцієвмісний шлам концентрацією 6–10% разом зі стічною водою потрапляє в змішувач (4) з побутовими харчовими відходами. Процес триває 10–15 хвилини. Після чого суміш надходить до дробарки фрезерної (5), де відбувається попередня механічна обробка суміші протягом 2–6 хвилини для інтенсифікації наступного процесу метанового

бродіння. Після дробарки (5) подрібнений субстрат направляють до метантенку (6), де суміш зброджується протягом 20 діб. Протягом усього строку бродіння утворений біогаз із газгольдера (7) потрапляє на очистку від сполук сірки та інших небажаних домішок на відділення очистки (8), потім повертається до споживача. Утворене добриво елеватором (9) подається на ділянки дозування і фасування (10) в пластикову тару та зберігається на складі (11) готового добрива.

**Висновки.** Розроблено методику, в якій використовується лабораторна установка для переробки промислово-побутових відходів, дослідження впливу добавки кальцієвмісних шламів на якість метанового бродіння за об'ємом виділеного газу, тому як саме добавка кальцієвмісних шламів при певних концентраціях може при зміні показника рН і співвідношення C:N як прискорювати, так і гальмувати процес утворення біогазу в метантенку.

У роботі досліджено вплив добавки кальцієвмісних шламів ТЕС і розчину кальцієвої селітри у концентраціях 4, 6, 8, 10, 12, 14% в метантенк із розчином харчових побутових відходів і міської стічної води.

Експериментально визначено вплив добавки кальцієвмісних шламів на якість отриманого добрива, так при додаванні в зброджувальну суміш харчових відходів кальцієвмісного шламу ТЕС концентраціями 6–10% можливо отримати добриво з наступним вмістом живильних речовин на суху речовину, %: P 0,022–0,065, K 2,112–3,901, Ca 35,873–36,617, Fe 4,169–12,253, N 30,334–38,461; а при добавці шламу РКС концентраціями 6–10% добриво буде наступної якості на суху речовину, %: P 1,017–2,016, K 12,580–19,902, Ca 28,908–52,980, Fe 0,233–0,372, № 31,007–53,605.

На основі зібраних даних розроблено нову технологічну схему переробки кальцієвмісних шламів і харчових побутових відходів у комплексне добриво, де суміш зброджується протягом 20 діб. Нова технологія дозволить ефективно переробляти кальцієвмісний шлам і харчові побутові відходи в якісне комплексне добриво.

#### Список літератури:

1. Карпіщенко О.І. Еколого-економічні проблеми використання мінеральних добрив. *Вісник Сумського державного університету*. 2013. № 2. С. 5–11.
2. Якушко С.І. Установка комплексної переробки органічних відходів за енергозбережною технологією. *Вісник Сумського державного університету*. 2006. № 12 (96). С. 81–85.
3. Мельников Л.Ф. Органомінеральные удобрения. Теория и практика их получения и применения / Леонид Филиппович Мельников. Санкт-Петербург : изд-во СПбГПУ, 2007. С. 306 .
4. *Gospodarka odpadami. Przykłady rozwiązań / Po redakcją Tomasza Walkowicza, Pawła Głuszyńskiego, Piotra Rymarowicza. Kraków: Ogólnopolskie Towarzystwo Zagospodarowania Odpadów „3R”, 1998. 298 s.*

5. Ambrożewicz P. Zwarty system zagospodarowywania odpadów / Paweł Ambrożewicz. Białystok : Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych, 1999. 90 s.
6. Głuszyński P. SpalarNIE! Czyli jak powstrzymać lobby spalarniowe i rozwiązać problem odpadów / Paweł Głuszyński, Piotr Rymarowicz, Darek Szwed. Oświęcim – Kraków : Federacja Zielonych, Ogólnopolskie Towarzystwo Zagospodarowania Odpadów „3R”, 1994. 120 s.
7. Барков В.И. Моделирование микробиологического процесса в биореакторе. *Scientific proceedings of international scientific and technical conference “agricultural machinery”*. 2015. № 3. С. 47–49.
8. Тверді побутові відходи: джерела утворення та екологічний аспект проблеми. *Електронний ресурс*: <http://ru.osvita.ua/vnz/reports/ecology/21366/>.
9. Возняк Ю.В. Біоорганічні добрива – біологічному землеробству. Електронний ресурс: <https://www.ar25.org/article/bioorganichni-dobryva-biologichnomu-zemlerobstvu.html>.
10. Скрильник Є., Кудлай Т. Як отримати якісний перегній. *Вісник цукровиків України*. 2012. № 11 (78). С. 16–18.

**Bielianska O.R., Bilenko T. Ye., Kolisnyk Ya.O., Krasnikov K.S. STUDY OF PROCESSING OF CALCIUM-CONTAINING WASTES IN THE TECHNOLOGY OF COMPLEX FERTILIZERS**

*Waste is one of the biggest environmental problems of our time and, unfortunately, it has only recently taken a decent place in the group of issues that need to be addressed urgently. In every developing civilized society waste is becoming insufficiently controlled, it contributes to environmental pollution, water poisoning and to a fast spread of infectious diseases. A disposal and recycling helps reduce waste and ensures the supply of precious raw materials to the industry. One of the problems of scientific interest is the rational management of a waste, including waste collection, composting, consumption, waste reduction.*

*The article presents a new technique for an industrial waste recycling, which was created during the influence study of calcium-containing sludge supplements on the quality of methane fermentation in terms of a received gas volume. The addition effect of calcium-containing sludge from a thermal power station and the solution of calcium nitrate in concentrations of 4, 6, 8, 10, 12, 14% in methane tank with a solution of household waste and urban waste water was investigated in the work. Pictures show the biogas accumulation kinetics after addition of sludge with different concentrations. Visual and mathematical comparison of mentioned pictures leads to conclusion about a significant difference and a positive effect of optimal sludge concentration.*

*The quality of the obtained fertilizers after addition of calcium-containing sludge to the bioreactor is studied and presented in the table with resulting concentrations of 25 chemical elements comparing sludge percentages.*

*On the basis of experimental data, a technology for obtaining complex fertilizers using a regulating additive of calcium-containing sludge was developed. Laboratory installation for processing industrial waste into a complex fertilizer is presented. In addition a full technological scheme for recycling of calcium-containing sludges and food waste into a complex fertilizer is presented.*

**Key words:** *complex fertilizers, calcium-containing sludge of thermal power stations and calcium nitrate solution, food waste, sewage water.*