

Науковий журнал

4.2008

ВІСНИК

**Хмельницького
національного
університету**

Технічні науки

Хмельницький 2008

ВІСНИК

Хмельницького національного університету

Затверджений як фахове видання
Постановою президії ВАК України
від 19.01.2006 № 2-05/1 (бюл. ВАК № 2'2006 р.)

Засновано в липні 1997р.

Виходить 6 разів на рік

Хмельницький, 2008, №4 (113)

**Засновник і видавець: Хмельницький національний університет
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)**

| | |
|--------------------------------------|---|
| Головний редактор | Скиба М. Є. , заслужений працівник народної освіти України, д. т. н., професор, академік МАІ, УТА, ректор Хмельницького національного університету |
| Голова редакційної колегії | Сілін Р. І. , заслужений працівник народної освіти України, д. т. н., професор, академік МАІ, АІН, УТА України |
| Заступник головного редактора | Параска Г.Б. , д. т. н., професор, проректор Хмельницького національного університету |
| Відповідальний секретар | Гуляєва В. О. , завідувач відділом інтелектуальної власності Хмельницького національного університету |

Ч л е н и р е д к о л е г і ї

Технічні науки

д.т.н. Кіницький Я.Т., к.т.н. Баннова І.М., д.т.н. Гладкий Я.М., к.т.н. Домбровський А.Б., к.т.н. Драпак Г.М., д.т.н. Калда Г.С., д.т.н. Камбург В.Г., д.т.н. Ковтун В.В., д.т.н. Костогрив С.Г., д.т.н. Кузьменко А.Г., д.т.н. Локазюк В.М., д.т.н. Мазур М.П., к.т.н. Мандзюк І.А., д.т.н. Мичко А.А., д.т.н. М'ясищев О.А., д.т.н. Параска Г.Б., д.т.н. Ройзман В.П., д.т.н. Рудницький В.Б., д.т.н. Семенюк М.Ф., д.т.н. Славинська А.Л., д.т.н. Стечишин М.С., к.т.н. Троцишин І.В., д.т.н. Шевеля В.В., д.т.н. Либа В.П., д.ф.-м.н. Качурик І.І.

Відповідальні за випуск

Локазюк В.М., д. т. н., Поморова О.В., д. т. н.

Технічний редактор к. т. н. Горященко К. Л.

Редактор-коректор Броженко В. О.

Адреса редакції: Україна, 29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11, Хмельницький національний університет
редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"
(8-03822) 2-51-08
e-mail: patent_1@beta.tup.km.ua
web: <http://visniktup.narod.ru> <http://vestnik.ho.com.ua>
http://library.tup.km.ua/visnyk_tup.htm

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 9722 від 29 березня 2005 року (перереєстровано)
Бюлетень ВАК №2, 2006

© Хмельницький національний університет, 2007
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2007

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| B. BOROWIK, M. MIKULSKI, V. KARPINSKYI TRACING AND BUILDING OF TOPOLOGY IN WIRELESS NETWORK SENSORS | 7 |
| KOUROSH ESLAMI WIMAX NETWORK STANDARDS AND DRAFTS | 12 |
| KATERYNA LOBACHOVA, VYACHESLAV KHARCHENKO A CONCEPTUAL APPROACH TO ASSESSING COMPOSITE COMPONENT-BASED SOFTWARE SYSTEM RELIABILITY | 17 |
| О.Д. АЗАРОВ, В.А. ГАРНАГА, С.В. БОГОМОЛОВ ДВОТАКТНІ ПІДСИЛЮВАЧІ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ІЗ СИМЕТРИЧНОЮ СТРУКТУРОЮ | 20 |
| О.Д. АЗАРОВ, О.О. РЕШЕТНИК АЦП ЗІ ЗМІННОЮ ТРИВАЛІСТЮ ТАКТИВ ВРІВНОВАЖЕННЯ НА ОСНОВІ НПСЧ $\{0, 1\}$ ТА $\{1, -1\}$ | 24 |
| С.Т. БАРАСЬ, О.В. ОНИЩУК, В.Ф. ЯБЛОНСЬКИЙ ВИКОРИСТАННЯ ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ ДОПЛЕРІВСЬКОГО СИГНАЛУ ДЛЯ ОЦІНКИ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ ЙОГО ЗАПОВНЕННЯ ПРИ ЧАСОВІЙ ФРАГМЕНТАЦІЇ | 27 |
| О.М. БЕРЕЗЬКИЙ, Ю.М. БАТЬКО, Г.М. МЕЛЬНИК ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ПУХЛИННИХ КЛІТИН НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЇХ ЗОБРАЖЕНЬ | 33 |
| М.Ф. БИРКА, А.О. САЧЕНКО КОМБІНОВАНИЙ АЛГОРИТМ ЗЛИТТЯ СЕНСОРНИХ ДАНИХ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ДИСТРИБУТИВНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ | 42 |
| Ю.Г. ВЕДМІЦЬКИЙ ВИМІРЮВАЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ І КОНТРОЛЬ МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ МЕХАНІЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ В ПРОЦЕСІ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА | 47 |
| Є.Г. ГНАТЧУК ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОДАВАННЯ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ЗНАТЬ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМАХ ДІАГНОСТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ | 55 |
| Т.О. ГОВОРУЩЕНКО ОЦІНКА ДОСТОВІРНОСТІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРИХОВАНИХ ПОМИЛОК ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ | 62 |
| К.Л. ГОРЯЩЕНКО, О.І. ПОЛКАРОВСЬКИХ, В.Є. ГАВРОНСЬКИЙ, Ю.І. СНІЖКО РИЗИКИ ЦІЛІСНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ НА ПЕРЕНОСНИХ НОСІЯХ ІНФОРМАЦІЇ | 66 |
| В.М. ДЖУЛІЙ, А.В. ДЖУЛІЙ ЙМОВІРНІСНА МОДЕЛЬ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ | 70 |
| В.М. ДЖУЛІЙ, К.В. ІВАНОВ КРИПТОГРАФІЧНІ МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ | 75 |
| А.В. ДУДАТЬЄВ, О.П. ВОЙТОВИЧ, Ю.В. БАРИШЕВ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВРАЗЛИВОСТЕЙ | 78 |
| О.В. ЗАХАРКЕВИЧ, Є.М. РЕШЕТНИК РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ КОКЕТОК, ЩО ЗМІЩЕНІ ВІДНОСНО ЦЕНТРУ ГРУДЕЙ .. | 84 |

| | |
|--|-----|
| В.Г. КАПЛУН, П.В. МАТВІЙШИН, В.А. ГОНЧАР ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ І НАДІЙНОСТІ ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТА ДБ-33-28 ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ПЛАСТМАС | 87 |
| Г.В. КИЦУН СИСТЕМА ТЕСТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ТРАКТУ УНІВЕРСАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА | 91 |
| Г.С. КОВАЛЬЧУК, І.Г. ДЕЙНЕКА, А.А. МИЧКО ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УТВОРЕННЯ З'ЄДНАНЬ З ДОПОМОГОЮ КЛЕЇВ | 95 |
| В.А. КУЛАНОВ, В.С. ХАРЧЕНКО МОДЕЛЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМ ОБРОБОТКИ ІНФОРМАЦІЇ НА ПРОГРАММУЄМОЇ ЛОГІКЕ ПРИ ІСПОЛЬЗУВАННІ АВТОМАТНО-ЯЗЫКОВОЇ ДИВЕРСНОСТІ | 98 |
| В.В. КУХАРЧУК, В.В. УСОВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ ВІРОГІДНОСТІ КОНТРОЛЮ КУТОВИХ ПОЛОЖЕНЬ КРОКОВИХ ДВИГУНІВ | 102 |
| Є.Ф. ЛІСЦИН, С.Й. ШАМАНСЬКИЙ, В.В. ПОЧТОВЕНКО ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ОСАДУ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ СТОКІВ З ОТРИМАННЯМ БІОГАЗУ У БАГАТОСЕКЦІЙНИХ МЕТАНТЕНКАХ | 107 |
| Є.Ф. ЛІСЦИН, С.Й. ШАМАНСЬКИЙ, А.О. ІВАНОВ ШНЕКОВИЙ НАСОС З ВИСОКИМ ОБ'ЄМНИМ ККД | 110 |
| В.М. ЛОКАЗЮК, Д.М. МЕДЗАТИЙ ВИКОРИСТАННЯ АПРІОРНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ПРОЦЕСІ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ | 115 |
| М.В. МАТІЙШИН, Н.М. МАРКУНЕЦЬ АНАЛІЗ НЕВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ | 120 |
| А.О. МЕЛЬНИК, І.Д. ЯКОВЛЄВА ПОДАННЯ ПОТОКОВОГО ГРАФА АЛГОРИТМУ СТРУКТУРНОЮ МАТРИЦЕЮ | 124 |
| С.В. МЕЛЬНИЧУК, В.Я. ЛЯШКЕВИЧ, Є.В. РАТУШ ЗАСТОСУВАННЯ СЕМАНТИЧНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕКСТОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ | 129 |
| І.І. МІТАСОВ СХЕМОТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОМІРКИ ДАТЧИКА В <i>TIMING</i> -СИСТЕМІ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОКОНТРОЛЕРА PIC10F204 | 132 |
| О.А. МИХАЙЛОВСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ СПЕЦІАЛЬНОГО ДИТЯЧОГО ВЗУТТЯ ДЛЯ ЗАНЯТЬ СПОРТИВНИМИ БАЛЬНИМИ ТАНЦЯМИ | 137 |
| Д.Н. МОАМАР, Т.Ю. УТКИНА, Л.А. ШУВАЛОВА МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛЕННЯ ФАСОВОЧНО-УПАКОВОЧНИМИ МАШИНАМИ | 140 |
| С.В. МОСТОВИЙ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ВХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ПРОЦЕСІВ В ПЕРСОНАЛЬНОМУ КОМП'ЮТЕРІ | 145 |
| І.В. МУЛЯР ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ В СЕРЕДОВИЩІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ | 148 |

експериментальних досліджень крокового двигуна М35SP-6 за допомогою мікроскопу УИМ-200 та похибки засобу контролю для знаходження композиційного закону розподілу системи випадкових величин. При цьому доведено, що закони розподілу контрольованого параметра та похибки вимірювального каналу є нормальними.

Також проведено розрахунок номограм для визначення помилок першого другого роду, що дозволяють оцінювати вірогідність контролю для інших типів крокових двигунів.

Література

1. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники.– К: Вища школа, 1983. – 319 с.
2. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю: Навч. посібник / Володарський С.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. –Вінниця: ВДГУ, 2001. –219с.
3. Двигатели электрические шаговые. Технические условия. ПТО.312.002ТУ.
4. А.с. №15258А/ Стенд вимірювання похибок позиціонування валів крокових двигунів.
5. Кухарчук В.В., Усов В.В. Вимірювальний канал та методика нормування похибок кутового положення крокового двигуна // Вісник Вінницького політехнічного інституту. –2007. – №2 – С. 5 - 9.
6. Ціделко В.Д., Яремчук Н.А. Невизначеність вимірювання. Обробка даних і подання результату вимірювання: Монографія. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2002. – 176 с.

Надійшла 2.5.2008 р.

УДК 628.336.5

Є.Ф. ЛІСЦИН, С.Й. ШАМАНСЬКИЙ, В.В. ПОЧТОВЕНКО
Вінницький національний технічний університет

ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ОСАДУ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ СТОКІВ З ОТРИМАННЯМ БІОГАЗУ У БАГАТОСЕКЦІЙНИХ МЕТАНТЕНКАХ

В статті розглянуто сучасний стан переробки органічних відходів у біогаз та добриво, наведено нові наукові уявлення про процеси зброджування осадів та сформульовані відповідні цим уявленням вимоги до нових конструкцій метантенків.

Вступ

В останні роки увага світового загалу прикована до розв'язання двох взаємно пов'язаних питань – попередженню виснажування природних ресурсів та охороні навколишнього середовища від забруднення.

У контексті цих питань актуальним сьогодні є використання органічних відходів для отримання газоподібного палива (біогазу) з одночасним знезаражуванням цих відходів. Для цього використовується біологічна конверсія відходів на базі анаеробного зброджування в метантенках. Залежно від виду відходів та їх кількості метантенки можуть бути досить великими та складними за конструкцією (робочим об'ємом до 13 тис. м³ і більше – на міських очисних спорудах каналізації) чи зовсім малими та примітивними (на сільськогосподарських фермах для переробки відходів тваринництва).

В Україні щорічно утворюється близько 45 млн м³ осаду міських каналізаційних стоків, в якому міститься 60 ÷ 90 % органічних сполук. Він є добрим субстратом для виготовлення біогазу та органічних добрив. При переробці хоча б 50 % цих відходів можна отримувати до 200 млн м³ біогазу, що відповідає 140 тис. т умовного палива. На жаль, в Україні тільки 30 % очисних станцій каналізації мають метантенки, а використовується біогаз усього на двох з них – у Києві та Харкові [1, 2].

Існує велика небезпека в тому, що мікробна забрудненість незброжених осадів складає $10^7 \div 10^8$ мл⁻¹, вміст сальмонел 10^3 л⁻¹, а яєць гельмінтів – до 100 кг⁻¹. Згідно з діючими за кордоном (у ФРН, Англії, Швеції та ін.) нормативами санітарно-гігієнічної безпеки при скиданні стоків у водойми та при використанні осаду як добрива, взагалі не допускається присутність сальмонел та життєздатних яєць гельмінтів. Дослідами встановлено [2, 3], що сальмонели у ґрунті та на листах рослин здатні виживати до 11 тижнів, а яйця аскарид залишаються життєздатними у ґрунті до двох років. Потрібно також відзначити, що в Україні ступінь знезаражування осаду оцінюється тільки за вмістом яєць гельмінтів [3].

Існуючі технологічні схеми анаеробного зброджування осаду

Існують дві принципові схеми зброджування – одноступенева та двоступенева (чи багаступенева). Перші великі метантенки, які з'явилися в 1925 році в Німеччині, Англії та Америці, а також у 1928 році у СРСР працювали за одноступеневою схемою. Усі метантенки, що працюють зараз в Україні, теж одноступеневі.

В одноступеневому метантенку (рис. 1) усі біохімічні процеси анаеробного бродіння протікають в одній загальній ємності, послідовно змінюючи один одного. Для того, щоб субстрат в такій ємності повністю перебродив і усі органічні речовини перетворилися на біогаз, потрібне досить великий проміжок часу навіть за

умови термостабілізації [4]. При мезофільному процесі тривалість бродіння складає від 15 до 50 діб, при термофільному – дещо менше. Така періодичність завантаження та вивантаження метантенків економічно не вигідна, оскільки наприкінці бродіння вихід біогазу знижується. Тому, як правило, не чекаючи повного закінчення процесу, проводять часткове вивантаження та одночасне заповнення метантенку свіжим субстратом, перетворюючи процес на неперервний. Добову масу свіжого субстрату, що припадає на кубічний метр об'єму метантенка, називають «навантаженням» (одиниця вимірювання $\text{кг}/\text{м}^3 \cdot \text{добу}$).

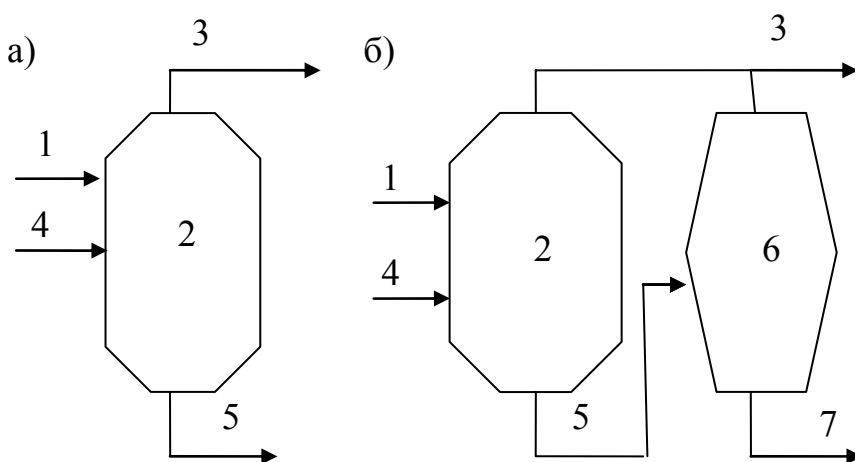


Рис. 1. Принципові схеми анаеробного збродження:

а – одноступеневе збродження; б – двоступеневе збродження; 1 – завантаження осаду; 2 – метантенк 1 ступеня; 3 – вхід біогазу; 4 – теплоносії; 5 – вивантаження осаду з метантенка 1 ступеня; 6 – метантенк 2-го ступеня; 7 – вивантаження зброженого осаду.

В одноступеневих метантенках не спостерігається розшарування осаду та відділення мулової води, тому в сучасних закордонних системах використовуються двоступеневі схеми (іноді – трьохступеневі). В основу цього процесу закладено розподіл його на стадію інтенсивного бродіння з бурхливим виділенням біогазу, що запобігає розшаруванню осаду (I ступінь), і стадію загасання процесу, на котрій припиняється газовиділення і розшарується осад з відділенням мулової води (II ступінь). Це зменшує об'єм осаду, що потрапляє до споруд зневоднення, що економічно вигідно. Окрім того, за рахунок випуску мулової води збільшується час перебування (доброджування) осаду в II ступені, що покращує санітарно-гігієнічні якості осаду.

Метанове бродіння – це складний процес розкладу органічних сполук до кінцевих продуктів, в основному метану та вуглекислого газу в анаеробних умовах. У кращому випадку кількість цих газів може складати до $90 \div 95\%$ від органіки, що біологічно розкладалася. В останні роки виконано багато наукових досліджень, які значною мірою змінили раніше існуючі уявлення про цей процес. Це дозволяє більш обґрунтовано провести аналіз існуючих технологій анаеробного збродження та відповідність існуючих конструкцій метантенків сучасним вимогам до них, а також намітити шляхи їх подальшого розвитку.

У відповідності з сучасною теорією метанове бродіння складається з чотирьох взаємопов'язаних стадій: *ферментативний гідроліз* нерозчинених складних органічних сполук з утворенням більш простих речовин, розчинних у воді; *кислотогенез* – виділення легких жирних кислот (ЛЖК), амінокислот, спиртів, а також водню та вуглекислого газу; *ацетогенез* – перетворення ЛЖК, амінокислот і спиртів у оцтову кислоту; *метаногенез* – утворення метану з оцтової кислоти, а також внаслідок відновлення воднем вуглекислого газу.

До закінчення гідролізу речовин подальші стадії процесу бродіння розпочатися не можуть, тобто загальна швидкість бродіння значною мірою залежить від тривалості першої стадії. Друга стадія процесу окремо не лімітує наступні, але її інтенсивне протікання викликає гальмування четвертої стадії. Очевидно, практична організація процесу бродіння та конструкції метантенків повинні відповідати умовам сучасної теорії анаеробного бродіння, але, на жаль, існуючі метантенки та технології не враховують усіх тонкощів процесу.

Метою цієї роботи є формування вимог до конструкцій метантенків, які дозволили б організувати процес отримання біогазу та знезаражування рідких органічних відходів у відповідності з сучасною теорією анаеробного бродіння. Також метою є формування принципових структур метантенків, які дозволили б підвищити інтенсивність бродіння і суттєво скоротити термін повної стабілізації субстрату.

Прохідний богатосекційний метантенк

Очевидно, як одностадійні, так і двостадійні метантенки мають ряд суттєвих недоліків. Серед головних можна назвати те, що через пригнічуючий взаємний вплив різних груп бактерій, які працюють на різних стадіях бродіння, неможливо досягнути максимально високої інтенсивності цього процесу, а отже і скорочення термінів бродіння, якщо весь цикл бродіння проходить в одній загальній ємності. Доцільно розділяти у просторі групи бактерій, які виступають інгібіторами по відношенню до інших для виключення їх пригнічуючої дії. На швидкість та якість процесу анаеробного бродіння впливає також значна кількість інших факторів, а саме: температура середовища та її коливання; концентрація розчиненого у субстраті кисню та нітратів, сульфідів, сульфатів, аміаку, різноманітних мікроелементів тощо. Дослідження показують [3, 5], що

оптимальне кількісне співвідношення цих факторів є різним для різних стадій. Оскільки, за сучасними уявленнями, процес бродіння є чотиристадійним, можна було б запропонувати конструкцію метантенка, який складався б з чотирьох розділених у просторі секцій. Деякі автори досліджень об'єднують перші дві стадії в одну і розглядають процес бродіння як трьохстадійний [3, 6]. Таке уявлення допускає конструкцію метантенка, розділеного на три секції.

Окрім неможливості скорочення термінів бродіння існуючі конструкції метантенків не дозволяють отримувати максимально можливу кількість біогазу, так як робота метантенка з так званим «навантаженням» передбачає часткове недоброджування усїєї маси субстрату. З цієї ж причини якість таким чином збродженного субстрату, з точки зору його санітарно–гігієнічної безпеки для навколишнього середовища, не завжди достатня через існування так званих «проскоків», які призводять до наявності в ньому деякої кількості життєздатних яєць гелмінтів та інших патогенних включень.

На підставі вище викладеного можна сформулювати такі вимоги до нових конструкції метантенків: забезпечення можливості відокремлення різних стадій процесу бродіння один від одного в просторі; врахування кінетики кожної стадії; забезпечення неперервності процесу завантаження, збродження та вивантаження готового субстрату без наявності «навантаження» та відповідно без «проскоків»; забезпечення технічної можливості введення достатньої кількості необхідних ферментів, забезпечення їх контакту з органікою, дотримання оптимальних значень температури та pH окремо на кожній стадії; конструкція метантенка повинна забезпечувати можливість взяття проб субстрату в будь-який час на кожній стадії процесу та введення у субстрат необхідних речовин, які можуть поліпшити процес бродіння; матеріальні витрати на спорудження та експлуатацію метантенку повинні бути економічно прийнятними, а сам метантенк – надійним у роботі.

Таким вимогам може задовольняти конструкція прохідного багатосекційного метантенка, принципова структурна схема якого наведена на рис. 2.

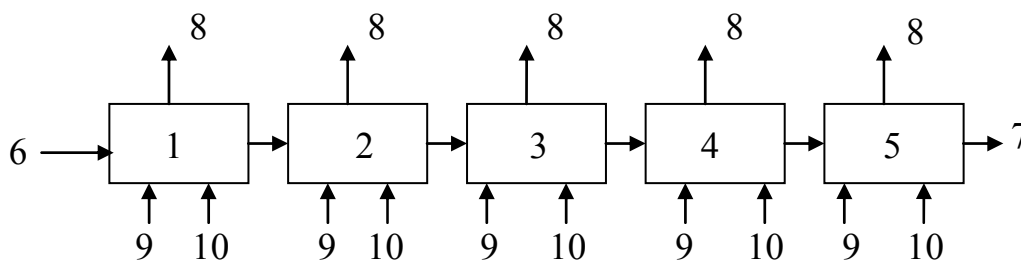


Рис. 2. Принципова структурна схема прохідного багатосекційного метантенка:

- 1 – секція ферментативного гідролізу; 2 – секція кислотогенезу; 3 – секція ацетогенезу; 4 – головна секція метаногенезу;
5 – додаткова секція метаногенезу (доброджування); 6 – завантаження свіжого субстрату; 7 – вивантаження збродженного осаду;
8 – відведення біогазу; 9 – теплоносії; 10 – додаткові реагенти

Конструктивно метантенк може являти собою горизонтально витягнуту ємність, усередині якої є перегородки, що поділяють її на окремі ізольовані секції. Ємність повинна мати механізм перемішування осаду для запобігання створенню корки. Завантажений з однієї сторони ємності осад має повільно переміщуватися до іншого кінця, послідовно рухаючись через усі секції, в яких здійснюються процеси збродження. Швидкість проходження субстрату регулюється таким чином, щоб час проходження через секцію відповідав необхідному часу для його повного збродження.

Перша та друга секції – для стадій ферментативного гідролізу та кислотогенезу. В роботах ряду авторів [3, 5] показано, що швидкість гідролізу залежить як від природи органічних сполук, так і умов його проходження (необхідно забезпечити достатню кількість ферментів, забезпечити їх контакт з органікою, дотримуватися оптимальних значень температури та pH середовища). Вуглець, що при цьому переходить у розчини, є джерелом живлення кислотогенних бактерій. В роботі [7] вказується, що при створенні оптимальних умов, загальна тривалість двох перших стадій може тривати до 7 годин. Проте за такої інтенсивності відбувається накопичення летких жирних кислот та знижується pH середовища. В традиційній конструкції метантенка це загальмувало б метаногенез. Відокремлення третьої та четвертої секції апарату (для ацетогенезу та метаногенезу) дає можливість після кислотогенезу вводити у субстрат додаткові ферменти, зокрема діоксид вуглецю, підвищена концентрація якого, за даними [1], підвищує активність ацетатрозкладаючих метаногенів, а також вводити лужні реагенти для зниження pH середовища, призводить до суттєвого збільшення швидкості росту метаногенів.

На нашу думку, доцільним є ведення у конструкцію ще однієї додаткової секції метаногенезу для доброджування та часткового відділення мулової води, що призведе до зменшення об'єму зброженого осаду та покращення його органолептичних характеристик. За даними [3], загальна тривалість процесу бродіння за оптимальних умов, створених для кожної стадії може бути скорочена до 7 діб. У кожен секцію доцільно підводити також теплоносії для створення оптимальних для кожної стадії температурних умов. В роботі [8] повідомляється про те, що комбінацією термофільних та мезофільних умов для різних стадій, в лабораторних умовах вдалося скоротити термін бродіння до 3 діб. Таке скорочення термінів бродіння дозволить у кілька разів зменшити об'єми метантенків і скоротити капітальні затрати на їх будівництво.

Висновки

Існуючі на сьогодні конструкції метантенків як одноступеневих, так і двоступеневих, мають багато недоліків. Безперервне чи періодичне завантаження свіжого та вивантаження зброженого осаду призводить до так званих «проскоків», тобто наявності у знезараженому осаді частини патогенних мікроорганізмів та незброжених органічних речовин. Такий осад не можна вважати абсолютно екологічно безпечним. Крім того через «просоки» недоотримується частина біогазу. Результати відомих на сьогодні досліджень різних стадій процесу бродіння дозволяють формувати відповідні вимоги до нових конструкцій метантенків, позбавлених згаданих недоліків. Це дозволить суттєво скоротити терміни бродіння при забезпеченні високих санітарно-гігієнічних характеристик отриманих добрив, а отже значно зменшити об'єми споруд для бродіння. Надана структурна схема прохідного багатосекційного метантенка, що значною мірою відповідає цим вимогам.

Література

1. Анаэробное сбраживание осадков городских сточных вод и утилизация образующегося биогаза // Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического семинара. Москва, 14-16 октября 1986 г. / ЦП НТО КХиБО. – М., 1986.
2. Strauch D. Mikrobiologische Untersuchungen zur Hygienisierung von Klarschlamm // GWF – Wasser – Abwasser. 1980, № 3.
3. Гюнтер Л. И., Гольдфарб Л. Л. Метантенки. – М.: Стройиздат, 1991.
4. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В., Резидент Н. В. Залежності для оцінки значень коефіцієнта тепловіддачі в системах термостабілізації біогазового реактора // Вісник ВПІ. – 2004. – № 1. – С. 54-62.
5. Moller U. Entseuchung von Klarschlamm. Eine Standardbestimmung 1987 // Korrespondenz Fbwasser. 1988. № 1.
6. Parkin G. F. Fundamentals of Anaerobic Digestion of Waste – Water Stages // Environ. Eng., 1986, № 5.
7. McCarty P. L. Anaerobic Waste Treatment Fundamentals // Public Works, 1964, № 9-12.
8. Chosh S. Improved Sludge Gasification By Two-Phase Anaerobic Digestion // Environ. Eng., 1987, № 6, P. 1265-1284.

Надійшла 24.5.2008 р.

УДК 628.1

Є.Ф. ЛІСЦИН, С.Й. ШАМАНСЬКИЙ, А.О. ІВАНОВ
Вінницький національний технічний університет

ШНЕКОВИЙ НАСОС З ВИСОКИМ ОБ'ЄМНИМ ККД

В статті запропоновано нову конструкцію шнекового насоса з високим об'ємним ККД. Розраховано повний ККД цього насоса та показано ефективність і перспективність його застосування для піднімання забруднених рідин на порівняно невелику висоту.

Вступ

Шнекові насоси використовують для піднімання забруднених рідин на невелику висоту. Такі насоси наряду з деякими недоліками мають багато переваг [1]. В європейських країнах вони широко використовуються для перекачування стічних вод на каналізаційних насосних станціях та очисних спорудах каналізації. Через досить значний прохідний переріз вони не засмічуються, тому на каналізаційних насосних не вимагають встановлення решіток для попереднього очищення стоків. Не вимагають влаштування приймальних резервуарів через те, що мають властивість саморегулювання – подача відповідає надходженню. В каналізаційному господарстві України ці насоси, на жаль, не знайшли широкого застосування. Використовуються переважно спеціальні каналізаційні відцентрові насоси. За даними [1], відповідно до ГОСТ 11379, промисловість випускає фекальні відцентрові насоси серії Ф на подачу $16 \div 9000 \text{ м}^3/\text{год}$ напором від 8 до 95 метрів водяного стовпа. Фекальні відцентрові насоси характеризуються тим, що вимагають попереднього очищення стічних вод. Крім того, з метою зменшення вірогідності їх засмічення відцентрові колеса виготовляють з меншою кількістю лопаток ніж насоси для чистої води (найчастіше 1÷3 лопатки). Менша кількість лопаток призводить до зниження коефіцієнта корисної дії. Наприклад, занурюваний відцентровий каналізаційний насос ЦМК-6,3-14 при подачі $6,3 \text{ м}^3/\text{год}$ та напорі 11 м в оптимальному режимі працює з повним ККД лише 0,33 [1]. Відхилення від оптимального режиму (зміна подачі) додатково знижують ККД. Необхідність підняти стічну воду на висоту до 5 метрів, яка часто виникає при експлуатації каналізаційних систем міста, призводить до того, що відцентрові фекальні насоси працюють з надлишковими напорами, для гасіння яких необхідно встановлювати пристрої дроселювання або споруджувати спеціальні камери гасіння. Шнекові насоси не створюють надлишкових напорів, крім того вони зберігають майже постійним ККД при зміні витрати рідини, що перекачується. Завдяки цьому, за даними [2, 3], питоме споживання енергії при використанні шнекових насосів замість традиційних відцентрових може бути знижено у 1,5 – 2 рази.