

УДК 628.38

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЕТАПИ ТА ОБЛАДНАННЯ БІОГАЗОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ РІЗНОГО РІВНЯ ПОТУЖНОСТІ

Ткаченко Станіслав Йосипович д.т.н., професор
Пішеніна Надія Володимирівна к.т.н., ст. викладач
Румянцева Тетяна Юріївна аспірант
Вінницький національний технічний університет

Tkachenko S.

Pishenina N.

Rumiantseva T.

Vinnitsia National Technical University

Анотація: запропоновано класифікацію біогазових установок за обсягом сировини, що переробляється. Проведено систематизацію масивів інформації по апаратурному оформленні систем переробки органічних відходів. Сформовано ланцюг функціональних етапів системи переробки органічних відходів та встановлено орієнтовний перелік обладнання, що забезпечує її функціонування. Запропоновані шляхи замкнення математичної моделі теплотехнологічної системи з біогазовою установкою.

Ключові слова: функціональний етап, обладнання, математична модель, теплотехнологічна система, коефіцієнт тепловіддачі, передісторія.

Вступ

Основні складнощі проектування біогазових установок (БГУ) заключаються у врахуванні специфіки робочих процесів. Запропонований у [1] метод формування апаратурно-схемних ланцюгів систем виробництва енергоносіїв з органічних відходів базується на врахуванні зовнішніх зв'язків та рівня потужності системи, і не приділяється увага проблемам розрахунку робочих процесів в елементах системи, природи та передісторії відходів.

Синтез анаеробної біотехнологічної системи передбачає створення математичного опису, який формується з врахуванням її потужності. Така система характеризується складом обладнання, топологією, режимами роботи. В роботі створюється ланцюг функціональних етапів та обладнання для подальшого формування варіантів схем і режимів роботи БГУ.

Метою роботи є систематизація масивів інформації по апаратурному оформленні систем переробки органічних відходів для розробки методичних основ формування енерго- і екологоефективних тепло-і біотехнологічних систем.

Основні дослідження

Запропоновано створити функціональну класифікацію біогазових установок за різним рівнем потужності. Систематизація масивів інформації [1–7 та ін.] показала, що за обсягом переробленої за добу сировини можна виділити чотири рівні потужності БГУ (табл. 1).

У результаті аналітичного огляду літературних джерел [1–7 та ін.] розглянуто весь спектр обладнання (рис. 1), яке можна застосовувати у складі системи переробки органічних відходів з отриманням енергоносіїв, відповідно до функціональних етапів. Функціональні етапи об'єднуються в ланцюг залежно від рівня потужності системи. Таким чином, з використанням евристико-еволюційного методу (ЕЕМ), отримано весь перелік етапів, процесів, і обладнання, в

якому вони реалізуються, для БГУ найвищого рівня потужності П4. На рівнях П2 та П3 набір функцій та обладнання формується з використанням ЕЕМ та агрегованих математичних моделей, які дозволяють приймати оціночні рішення відносно схем, інтенсивності робочих процесів у БГУ. Маючи повну розгорнуту схему етапів, обладнання, уявлення про те, яким теплообмінним, гідродинамічним, механічним та біохімічним процесам піддаватимуться ОВ, а також рівня автоматизації, механізації та електрифікації виробництва, можна формувати набір обладнання системи необхідної потужності. Для остаточного прийняття рішення відносно системи створюється математична модель, яка складається з функції якості, сукупності незалежних та залежних змінних, балансових рівнянь, сукупності рівнянь процесів, які здійснюються в елементах системи, обмеження залежних і незалежних параметрів. Метод складання балансових рівнянь в методичному аспекті відпрацьований [8 та ін.].

Таблиця 1

Класифікація біогазових установок за обсягом сировини, що переробляється

Рівень потужності	Обсяг сировини, що переробляється, кг/добу	Об'єм реактора, м ³	Призначення
П1	до 200	до 10	Для малих фермерських господарств Біогаз на власні потреби, екологічно чисті органічні добрива.
П2	до 1500	25	Для середніх та великих фермерських господарств
П3	до 60000	50...2400	Часткова чи повна автономія від зовнішніх джерел енергозабезпечення. Виробництво біогазу, електроенергії, високоякісних органічних добрив.
П4	більше 100 тис.	більше 2500	Промислова Повна автономія від зовнішніх джерел енергозабезпечення. Виробництво біогазу, електроенергії, високоякісних органічних добрив.

Під час формування математичної моделі з особливою гостротою постає питання визначення інтенсивності теплообміну в складних сумішах, які є робочими речовинами в БГУ. Це рідкі складні середовища, реологічно нестабільні, насичені газами, можуть розшаровуватися та ін. (табл. 2). А з огляду на сезонність органічних відходів є необхідність забезпечення надійності роботи системи їх переробки за умов переходу на інший тип сировини. Всі ці особливості потрібно враховувати під час складання математичних описів, моделей. Автори пропонують вирішення проблеми за рахунок багатоваріантних досліджень процесів теплообміну в сумішах у рамках експериментально-розрахункового методу (ЕРМ) (рис. 2) визначення коефіцієнтів тепловіддачі до рідин, інформація про теплофізичні властивості яких обмежена [7, 9–11].



Рис. 1. Функціональні етапи та обладнання систем переробки ОВ

Таблиця 2

Групи органічних відходів

Галузі	Тваринництво Птаківництво	Рослинництво	М'ясопереробна рибна	Харчова	Побутові відходи	Промислові стоки	
Відходи	Цілорічні	гній ВРХ, МРХ, свиней, коней; пташиний послід	—	відходи кондитерського, молочного виробництва	відходи від переробки м'яса, риби	тверді стоки	стоки від молокозаводів, забійного, рибного цехів, виробництва пива, крохмалю, патоки. Жири.
	Сезонні	—	трава, солома, листя, лузга, силос, енергетичні культури	відходи плодоконсервного, цукрового виробництва	—	—	—

Дослідження проводяться на спеціально створеному базовому експериментальному стенді за умов вільної і вимушеної конвекції. Обробка та аналіз результатів експериментів здійснюється з застосування теорії подібності у нетрадиційному аспекті [9].

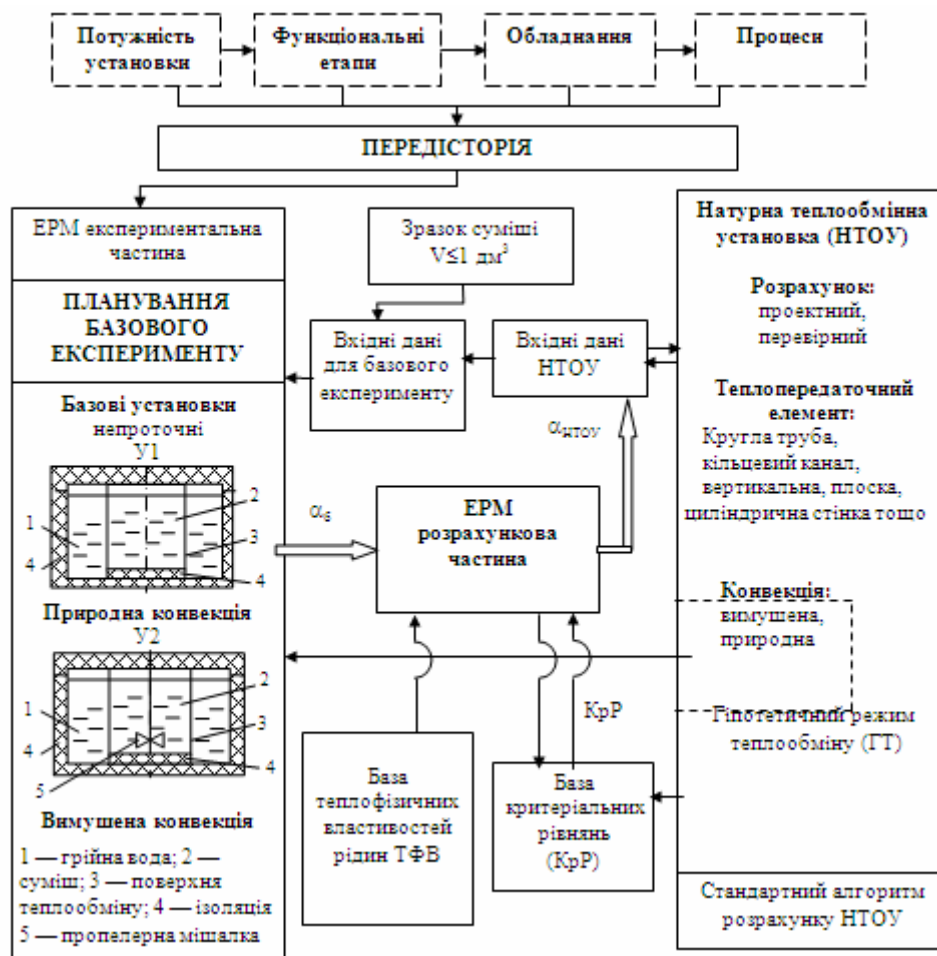


Рис. 2. Схема застосування експериментально-розрахункового методу

Метод цінний тим, що моделюються реальні біохімічні та теплогідродинамічні умови в рамках експерименту, це наближає його по умовах до реальних виробничих і відрізняє від уже існуючих методів. З'являється можливість планування експерименту, визначення методики проведення експерименту. Для цього потрібно попередньо встановити в якому обладнанні й яким процесам піддається суміш, тобто врахувати її передісторію.

Експериментальними дослідженнями в рамках ЕРМ встановлено вплив передісторії рідкого гною ВРХ на процес теплообміну. Коефіцієнти тепловіддачі за умов вимушеної конвекції до свіжого гною ВРХ вологістю 92 % знаходяться в межах 60...110 Вт/(м²·К). А коефіцієнти тепловіддачі до субстрату в стадії бродіння – 200...315 Вт/(м²·К). Це свідчить про те, що в кожному із теплообмінників системи переробки органічних відходів з отриманням енергоносіїв для однієї і тієї ж суміші необхідно враховувати свій окремий коефіцієнт тепловіддачі, який залежить від передумов і від стану суміші. Тобто коефіцієнти тепловіддачі в підігрівнику, реакторі, теплоутилізаторі для однієї і тієї ж суміші з різною передісторією будуть різні. Отримані дані про інтенсивність теплообміну в сумішах різного стану можна застосувати для проектування теплообмінників підготовки ОВ до завантаження в біореактор, термостабілізації, теплоутилізації [11].

Система ЕРМ включає експериментальну, розрахункову і аналітичну частини (рис. 2). Відбір проби суміші для експерименту в системі ЕРМ супроводжується інформацією про потужність, функціональні етапи, обладнання і процеси (рис. 2) реального технологічного

ланцюга.

Висновки

Встановлення функціональних етапів та відповідному їм набору обладнання біогазової технології в системах різного рівня потужності дозволяє скласти уявлення про необхідний перелік розрахункових модулів, які в подальшому можемо об'єднати в математичну модель системи.

Схема застосування експериментально-розрахункового методу передбачає інформаційний зв'язок з реальною теплотехнологічною системою, її потужністю, обладнанням, процесами, передісторією суміші, що дозволить формувати для неї замкнені адекватні математичні моделі.

Список літератури

1. Степанов Д. В. Метод формування функціональних та апаратурно-схемних ланцюгів систем виробництва енергоносіїв з органічних відходів // Д.В. Степанов, С.І. Ткаченко / Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – №1. – С. 80 – 84.
2. Семенов І.В. Проектирование биогазовых установок / И.В. Семенов . – Сумы: ПФ «макДен», ИПП «Мрия-1» ЛТД. – 1996. – 347 с. (ISBN 966-566-030-6).
3. Веденев А.Г. ОФ «Флюид» Биогазовые технологии в Кыргызской республике / А.Г. Веденев, Т.А. Веденева. – Б. Типография «ЕВРО», 2006. – 90 с.
4. Черноиванов В.И. Новые технологии и оборудование для технического перевооружения и строительства свиноводческих ферм и комплексов / В.И. Черноиванов, В.Ф. Федоренко – М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2006. – 264 с.
5. Ткаченко С.І. Теплообмінні та гідродинамічні процеси в елементах енергозабезпечення біогазової установки. Монографія / С.І. Ткаченко, Д.В. Степанов. – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2004. – 132 с.
6. Куріс Ю.В. Біогазові технології. Енергетичні та екологічні аспекти: монографія / Ю.В. Куріс, І.Ф. Червоний. – Запоріжжя, ЗДА, 2010. – 488 с.
7. Наукові основи мінімізації техногенних ризиків в системах виробництва енергоносіїв з органічних відходів / Звіт з НДР82-Д-334, 2011. – 108 с.
8. Попырин Л.С. Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок / Л.С. Попырин. – М.: Энергия, 1978. – 416 с.
9. Патент України на винахід № 97021, (51) МПК (2006.01) G01N 25/18. Спосіб визначення коефіцієнта тепловіддачі за умов конвективного теплообміну органічної суміші / Ткаченко С.І., Пішеніна Н.В., Резидент Н.В.; заявник і власник патенту Вінницький національний технічний університет. – № а201005661; заявл. 11.05.2010; опубл. 26.05.2011, Бюл. № 2.
10. Ткаченко С. І. Оціночний метод визначення коефіцієнтів тепловіддачі в обладнанні теплотехнологічних систем // С.І. Ткаченко, Т.Ю. Румянцева, Н.В. Пішеніна / Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: 2014. Вип. 45. – Том 2. – С. 16 – 20.
11. Ткаченко С. И. Исследование процессов теплообмена в реонестабильных смесях органического происхождения / С.И. Ткаченко, Н.В. Пишенина, Т.Ю. Румянцева // Инженерно-физический журнал. – Издательство Национальной академии наук Беларуси. Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова., 2014. – Том 87, №3. – С. 700 – 707.

References

1. Stepanov D. V. Metod formuvannya funktsional'nykh ta aparaturno-skhemnykh lantsyuhiv system vyrobnytstva enerhonosiyiv z orhanichnykh vidkhodiv // D.V. Stepanov, S.Y. Tkachenko / Visnyk Vinnyts'koho politekhnichnoho instytutu. – 2013. – №1. – S. 80 – 84.
2. Semenenko Y.V. Proektyrovanye byohazovukh ustanovok / Y.V. Semenenko . – Sumy: PF «makDen», YPP «Mryya-1» LTD. – 1996. – 347 s. (ISBN 966-566-030-6).
3. Vedenev A.H. OF «Flyuyd» Byohazovue tekhnolohyy v Kurhuzskoy respublyke / A.H. Vedenev, T.A. Vedeneva. – B. Typohrafiya «EVRO», 2006. – 90 s.
4. Chernouvanov V.Y. Novyye tekhnolohyy y oborudovanye dlya tekhnicheskoho perevooruzhenyya y stroytel'stva svynovodcheskykh ferm y kompleksov / V.Y. Chernouvanov, V.F. Fedorenko – M.: FHNU

«Rosynformahrotekh». – 2006. – 264 s.

5. Tkachenko S.Y. Teploobminni ta hidrodinamichni protsesy v elementakh enerhozabezpechennya biohazovoyi ustanovky. Monohrafiya / S.Y. Tkachenko, D.V. Stepanov. – Vinnytsya: UNIVERSUM–Vinnytsya, 2004. – 132 s.

6. Kuris Yu.V. Biohazovi tekhnolohiyi. Enerhetychni ta ekolohichni aspekty: monohrafiya / Yu.V. Kuris, I.F. Chervonyy. – Zaporizhzhya, ZDIA, 2010. – 488 s.

7. Naukovi osnovy minimizatsiyi tekhnohennykh ryzykiv v systemakh vyrobnytstva enerhonosiyiv z orhanichnykh vidkhodiv / Zvit z NDR82-D-334, 2011. – 108 s.

8. Popuryn L.S. Matematycheskoe modelyrovanye y opytyzatsyya teploenerhetycheskykh ustanovok / L.S. Popuryn. – M.: Enerhyya, 1978. – 416 s.

9. Patent Ukrainy na vynakhid # 97021, (51) MPK (2006.01) G01N 25/18. Sposib vyznachennya koefitsiyenta teploviddachi za umov konvektyvnoho teploobminu orhanichnoyi sumishi / Tkachenko S.Y., Pishenina N.V., Rezydent N.V.; zayavnyk i vlasnyk patentu Vinnyts'kyu natsional'nyy tekhnichnyy universytet. – №a201005661; zayavl. 11.05.2010; opubl. 26.05.2011, Byul. № 2.

10. Tkachenko S. Y. Otsinochnyy metod vyznachennya koefitsiyentiv teploviddachi v obladnanni teplotekhnolohichnykh system // S.Y. Tkachenko, T.Yu. Rumyantseva, N.V. Pishenina / Naukovi pratsi Odes'koyi natsional'noyi akademiyi kharchovykh tekhnolohiy. – Odesa: 2014. Vyp. 45. – Tom 2. – S. 16 – 20.

11. Tkachenko S. Y. Yssledovanye protsessov teploobmena v reonestabyl'nykh smesyakh orhanycheskoho proyskhozhdennyia / S.Y. Tkachenko, N.V. Pyshenyina, T.Yu. Rumyantseva // Ynzhenerno-fyzycheskyy zhurnal. – Yzdatel'stvo Natsyonal'noy akademyyi nauk Belarusy. Ynstytut teplo- y masoobmena ym. A.V. Lukova., 2014. – Tom 87, №3. – S. 700 – 707.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ И ОБОРУДОВАНИЕ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ РАЗНОГО УРОВНЯ МОЩНОСТИ

Аннотация: предложена классификация биогазовых установки по объему перерабатываемого сырья. Проведена систематизация массивов информации по аппаратурному оформлению систем переработки органических отходов. Сформирована цепочка функциональных этапов системы переработки органических отходов и установлен ориентировочный перечень оборудования, которое обеспечивает ее функционирование. Предложены пути замыкания математической модели теплотехнологической системы с биогазовой установкой.

Ключевые слова: функциональный этап, оборудование, математическая модель, теплотехнологическая система, коэффициент теплоотдачи, предыстория.

FUNCTIONAL STAGES AND EQUIPMENT OF BIOGAS TECHNOLOGIES IN THE SYSTEMS OF DIFFERENT LEVELS OF POWER

Summary: the classification of biogas plants has been proposed by the amount of recycled materials. The systematization of information have been made for the hardware design of the systems of recycling organic wastes. A chain of functional stages of recycling system organic wastes has been formed. The approximate list of equipment which ensures its functioning has been found. Ways of circuiting of the mathematical model of heat technological system with biogas plant have been proposed.

Keywords: functional stage, equipment, mathematical model, thermal heating system, heat transfer coefficient, prehistory.