

ВІДГУК

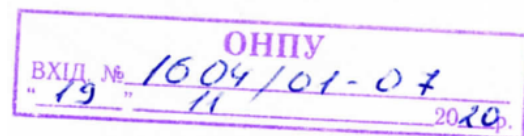
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Максимова Максима Максимовича
«Підвищення енергетичної ефективності біогазової технології
за рахунок пошуку комп'ютерно-інтегрованою системою управління
найкращої структури її енергоустановок»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 151 – автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Актуальність теми.

Використання енергетичних установок з поновлюваними джерелами енергії у сучасній електроенергетиці збільшується. Регулювати роботу таких енергоустановок в енергосистемі практично неможливо без додаткових акумулюючих установок. Але при експлуатації енергосистеми з акумулюючими установками виникає складна проблема пріоритетності вирішення двох завдань – регулювання акумулятора, що заряджається, і підтримки балансу споживання енергосистеми. Швидко розвиваються технології анаеробного зброджування виробленої біомаси, які виробляють в біореакторі горючий газ і зброджений залишок, що є основою багатьох поновлюваних енергетичних установок. Але автоматизація енергосистем з поновлюваними енергетичними установками є дуже складною проблемою управління системами в умовах невизначеності багатьох факторів: біогаз, що виробляється в біореакторі, має теплотворну здатність, величина якої випадкова і непередбачувана. До електрогенеруючих установок потрапили енергетичні установки, які неможливо диспетчеризувати. Для підтримки балансу виробленої та використаної електроенергії потрібні показники ефективності енергетичних установок, що враховують одночасно енергетичні, економічні та енергоекономічні критерії, що дозволять оптимізувати вироблення енергетичної продукції залежно від системної потреби. Все це задачі розробки комп'ютерно-інтегрованих систем управління енергосистемами з поновлюваними джерелами енергії, що складно формалізуються. Складність задач управління призводить до того, що сучасні комп'ютерно-інтегровані системи управління такими енергоустановками мають вигляд складних програмно-технічних комплексів, в яких потрібна постійна адаптація до змін середовища і зовнішніх збурень. Критична значущість таких систем часто вимагає постійної оптимізації структури обладнання енергоустановок і мінімізації втручання оператора установки.

Необхідність підвищення якості управління енергосистем з поновлюваними джерелами енергії, зокрема джерелами на основі біогазової технології, за рахунок пошуку комп'ютерно-інтегрованою системою управління найкращої структури її енергоустановок і визначає актуальність цієї роботи

Актуальність теми також підтверджується тісним зв'язком проведених здобувачем досліджень з держбюджетною науково-дослідною роботою «Удосконалення теоретичних і експериментальних методів дослідження перехідних процесів в енергетичних установках за рахунок структурної оптимізації моде-



лей і технічних систем» (№ ДР 0115U000411), виконаною в Одеському національному політехнічному університеті.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі Максимова М. М. є достатньо високим й базується на детальному аналізі літературних джерел за обраною проблемою, накопиченому практичному досвіді керування енергетичними об'єктами, статистичних даних в Україні та в світовій практиці, гармонійному поєднанні мети та задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні та критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, якісному формулюванні отриманих висновків. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату, класичних положень теорії автоматичного керування, теорії диференціальних рівнянь, імітаційного моделювання, фізичних явищ, які мають місце при керуванні енергетичними об'єктами.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

– знайшов подальший розвиток метод експрес-аналізу, який визначає можливість установки підтримувати баланс потужності в енергосистемі за її динамічною характеристикою, і який передбачає моделювання нанесення збурень на заданий інтервал часу з невизначеністю завершення збурення;

– знайшов подальший розвиток метод моделювання складу суміші органічних речовин в біогазовій технології з поновлюваними джерелами енергії з використанням умовної формули збродженого залишку і продукт-газу, який заснований на використанні законів хімічної кінетики, збереження речовини і балансу максимальних валентностей окислювальних та відновних елементів, що дає змогу розрахувати граничну теплотворну здатність сумішей органічних речовин;

– вперше запропоновано метод компенсації збурення в автоматизованій системі керування за хімічним складом збродженого залишку під час його піролізу на продукт-газ і вуглистий залишок на основі моделі визначення складу пального за рахунок використання надлишкових вимірювань витрат палива, повітря і температури полум'я в ізоентальпійному пристрої, що дозволяє знайти стійке рішення для співвідношення «зброджений залишок – повітря» для піролізної установки;

– набув подальшого розвитку метод пошуку найкращої структури енергетичних установок з властивістю регулювання для забезпечення балансу між виробництвом і споживанням електричної енергії, що заснований на показнику якості, який об'єднує ефективність кожної установки та загальну системну потребу або завдання на виробництво і який відрізняється від відомих тим, що для приведення різних варіантів до рівного ефекту використовується критерій замикаючих витрат енергії.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Розроблені моделі та методи керування об'єднаною енергетичною установкою для підтримки балансу потужності в енергетичній системі, де експлуатуються установки, які неможливо диспетчеризувати. Модернізація біогазової установки з включенням до неї піролізної та паротурбінної установок дала можливість збільшити загальну ефективність біогазової установки та забезпечити додаткову переробку збродженого залишку на продукт-газ і вуглисті залишок, який утилізується у паротурбінній установці.

Результати роботи впроваджено в ТОВ «Аграрний інститут». Модельні зразки комп'ютерно-інтегрованих систем керування пройшли випробування в НДІ «Атомспецавтоматика» ОНПУ, та впроваджені в навчальний процес ОНПУ кафедри комп'ютерних технологій автоматизації в дисциплінах «Моделювання теплоенергетичного обладнання в АСУ», «Динаміка теплових процесів», «Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів», «Структурна та параметрична оптимізація».

Повнота викладення результатів досліджень в наукових публікаціях за темою дисертації, відсутність порушення академічної доброчесності.

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані у 8 наукових працях (1 публікація в міжнародній наукометричній базі SCOPUS), зроблено 4 доповіді на наукових конференціях. У цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

Наукові результати, викладені в дисертації, одержані автором самостійно. Одним з об'єктивних елементів доказу відсутності порушення академічної доброчесності автором є його публікації в рецензованих журналах, які перевіряють подані публікації на відсутність запозичень. В тексті дисертації не було знайдено порушення академічної доброчесності.

По дисертаційній роботі є наступні зауваження:

1. Перший розділ «Дослідження питання про можливості регулювання єдиної енергетичної системи за допомогою поновлювальних джерел енергії» краще назвати «Аналіз можливості регулювання єдиної енергетичної системи з поновлювальними джерелами енергії» і присвятити аналізу першоджерел за темою дисертації.

2. Незрозуміле поняття «імітаційна модель збродженого залишку» у підрозділі 2.2. Скоріше це структурно-кількісна модель збродженого залишку.

3. У підрозділі 3.2 імітаційна математична модель піролізної установки побудована на основі шести передавальних функцій, які представлені в табл. 3.8 і відповідають послідовному з'єднанню інерційної ланки першого порядку і ланки запізнення. Але моделювання піролізної установки в просторі станів дозволило б спростити відповідну модель.

4. Незрозуміло, як обчислювалися параметри ПІД регулятора автоматичної системи регулювання піролізної установки у підрозділах 3.4 і 4.6. Відповідні процеси регулювання є стійкими, але коливальними. Для покращення процесів потрібно виконати оптимізацію параметрів регуляторів.

5. Формула (4.2) у підрозділі 4.4 визначає критерій ефективності об'єднаної енергетичної установки. Неясно, як цей критерій пов'язаний з відпо-

відною цільовою функцією і які параметри цього критерію є змінними параметрами задачі оптимізації.

6. У роботі часто зустрічається термін «енергетична установка», який використовується в значенні окремої установки, що не має у своєму складі більш простих установок, а також в значенні установки, що об'єднує декілька установок, наприклад, енергосистеми. Доцільно термінологічно розділити ці випадки.

7. Метод пошуку найкращої структури біотенкової енергетичної установки у підрозділі 4.6 представлений як метод перебору чотирьох варіантів можливих структур з максимізацією коефіцієнта ефективності. По суті це метод структурної оптимізації, який можна узагальнити та формалізувати для довільної множини структур.

Наведені зауваження ніяким чином не знижують високий науковий рівень роботи та її наукову і практичну цінність.

Висновок

Все перелічене дає підстави стверджувати, що дисертаційна робота Максимова Максима Максимовича «Підвищення енергетичної ефективності біогазової технології за рахунок пошуку комп'ютерно-інтегрованою системою управління найкращої структури її енергоустановок» є закінченим самостійним науковим дослідженням, у якому отримані нові науково обґрунтовані результати в певній галузі науки, що в сукупності вирішують важливу наукову задачу.

За змістом, актуальністю, науковою новизною та практичною цінністю робота відповідає вимогам пунктів 10, 11, 12 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 06.03.2019 р. та положень Вимог до оформлення дисертацій, затверджених наказом Міністерством освіти України № 40 від 12.01.2017 р.

Вважаю, що автор дисертації «Підвищення енергетичної ефективності біогазової технології за рахунок пошуку комп'ютерно-інтегрованою системою управління найкращої структури її енергоустановок» Максимов Максим Максимович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 – автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Офіційний опонент
професор кафедри системного аналізу та
інформаційно-аналітичних технологій
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
доктор технічних наук, професор



Підпис _____ Валерій Северин
СВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
Закворотний О.Ю.
18. 11. 2020 р.