

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Гуріна Олександра Миколайовича
на тему: «Розробка та дослідження системи керування з моделлю колоною
синтезу аміаку у виробництві аміаку»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 151
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Ступінь актуальності обраної теми

У сучасних умовах розвитку промислового виробництва однією з найважливіших задач є підвищення ефективності та енергоощадності технологічних процесів. Особливої актуальності ця проблема набуває для підприємств хімічної промисловості, де значна частина енергетичних ресурсів витрачається на реалізацію складних фізико-хімічних перетворень.

Виробництво аміаку належить до найбільш енергоємних процесів великотоннажної хімії. За різними оцінками, на синтез аміаку припадає значна частка загального енергоспоживання хімічної галузі. При цьому аміак є стратегічно важливим продуктом, що використовується у виробництві азотних добрив, пластмас, синтетичних волокон, вибухових речовин тощо.

Центральним елементом технологічної схеми виробництва аміаку є колона синтезу, в якій відбувається реакція взаємодії азоту і водню з утворенням аміаку. Цей процес протікає при високих температурах і тисках, характеризується складною кінетикою та значною залежністю ефективності процесу від температурного режиму та концентрації реагентів.

Особливістю процесу синтезу аміаку є наявність значної кількості взаємопов'язаних параметрів, які необхідно підтримувати у вузьких технологічних межах. Відхилення температури або концентрації компонентів від оптимальних значень може призвести до зниження ступеня перетворення реагентів, зменшення продуктивності реактора та збільшення енергетичних витрат.

У зв'язку з цим важливим напрямом підвищення ефективності виробництва аміаку є удосконалення систем автоматизованого керування технологічним процесом. Сучасні системи керування повинні забезпечувати не лише

стабілізацію параметрів процесу, але й можливість оптимізації режимів роботи обладнання з урахуванням змін технологічних умов.

Одним із перспективних напрямів розвитку систем автоматизації є використання систем керування з математичною моделлю об'єкта. Такі системи дозволяють прогнозувати поведінку технологічного процесу, враховувати вплив різноманітних збурень та здійснювати оптимізацію режимів роботи у реальному часі.

Саме вирішенню цих задач присвячена дисертаційна робота Гуріна О.М., де запропоновано підхід до побудови комп'ютерно-інтегрованої системи керування колоною синтезу аміаку на основі використання математичної моделі технологічного об'єкта.

Таким чином, обрана тема дисертаційного дослідження є актуальною, своєчасною та має важливе значення для розвитку сучасних систем автоматизації хіміко-технологічних процесів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації, представлені у дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими та базуються на використанні сучасних методів наукового дослідження.

Методологічною основою дослідження стали положення теорії автоматичного керування, методи математичного моделювання складних технологічних процесів, методи системного аналізу та оптимізації.

Автором проведено ґрунтовний аналіз технологічного процесу синтезу аміаку як об'єкта автоматичного керування. У роботі розглянуто основні особливості функціонування колони синтезу аміаку, визначено основні фактори, що впливають на ефективність процесу, а також встановлено взаємозв'язки між основними параметрами технологічного режиму.

Для опису тепломасообмінних процесів, що відбуваються у колоні синтезу аміаку, розроблено математичні моделі. Запропоновані моделі враховують розподіл температури та концентрації реагентів уздовж висоти реактора, а також вплив потоків холодних байпасів на температурний режим.

Важливою особливістю роботи є те, що розроблені математичні моделі дозволяють адекватно описувати поведінку технологічного процесу в широкому діапазоні робочих режимів.

Достовірність отриманих результатів підтверджується результатами комп'ютерного моделювання та чисельних експериментів. Використання сучасних програмних засобів дозволило забезпечити достатньо високу точність розрахунків.

Таким чином, можна зробити висновок, що наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими та достовірними.

Новизна та значення наукових положень

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у розвитку методів автоматизованого керування процесом синтезу аміаку на основі використання математичних моделей технологічного об'єкта.

У результаті проведених досліджень автором отримано такі основні наукові результати:

1. Вперше розроблено математичну модель колони синтезу аміаку, яка враховує тепломасообмінні процеси, розподіл температури та концентрацій реагентів по висоті реактора.

2. Удосконалено підхід до керування процесом синтезу аміаку шляхом використання системи керування з моделлю.

3. Вперше запропоновано алгоритм адаптивного керування, який дозволяє коригувати параметри моделі відповідно до зміни умов функціонування технологічного процесу.

4. Вперше розроблено структуру комп'ютерно-інтегрованої системи керування, що забезпечує інтеграцію функцій керування, моделювання та візуалізації технологічного процесу.

5. Удосконалено методи побудови математичних моделей теплообмінних апаратів і реакційних зон колони синтезу аміаку з урахуванням змінних технологічних параметрів та впливу зворотних потоків.

Слід відзначити, що отримані результати мають важливе значення для розвитку сучасних методів автоматизації складних хіміко-технологічних процесів.

Практичне значення отриманих результатів

Практична цінність результатів дисертаційної роботи полягає у можливості використання розроблених моделей та алгоритмів у системах автоматизації виробництва аміаку. Запропонована система керування дозволяє забезпечити більш точне підтримання технологічних параметрів процесу синтезу аміаку. Результати проведеного моделювання показали, що використання системи керування з моделлю дозволяє підвищити концентрацію аміаку на виході реактора приблизно на один відсоток. З урахуванням великих обсягів виробництва аміаку це може забезпечити значний економічний ефект. Крім того, результати дослідження можуть бути використані при модернізації систем автоматизації хімічних підприємств.

Повнота викладення результатів у наукових публікаціях

За результатами дисертаційних досліджень здобувачем опубліковано 11 наукових праць: 8 статей (з них 6 статей у наукових фахових виданнях України та 2 статті у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз) та 3 публікації у матеріалах науково-технічних конференцій. Опубліковані праці містять основні наукові результати (наукові положення, висновки і рекомендації), що виносяться на захист, та не мають повторів. Результати дисертаційної роботи пройшли необхідну апробацію, доповідалися й обговорювалися на міжнародних конференціях. Основні результати дисертації повністю відображено в наукових працях здобувача.

Оцінка змісту дисертації та її завершеності у цілому

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та додатку і за обсягом відповідає вимогам щодо дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, визначено її мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження. Охарактеризовано наукову новизну та практичну значущість роботи.

У першому розділі здійснено аналіз сучасного стану автоматизації процесів синтезу аміаку та аргументовано сформульовані завдання дослідження.

У другому розділі наведено результати моделювання динаміки процесів синтезу аміаку, які в подальшому використані в роботі для побудови системи

керування з моделлю.

У третьому розділі розроблено алгоритм керування та функціональну схему автоматизації трьохполичного газового реактору для виробництва амміака. Розглянуто можливість адаптації використаної моделі до зміни умов функціонування системи керування.

Четвертий розділ присвячено розробці та дослідженню комп'ютерно-інтегрованої системи управління з моделлю колони синтезу аміаку. Розглянуто засоби візуалізації розробленої системи. Згідно з результатами моделювання система забезпечує корекцію параметрів у реальному часі, знижує коливання температури та підвищує стабільність процесу.

У висновку стисло відображено основні результати, отримані в роботі.

У додатку наведено перелік опублікованих здобувачем наукових праць за темою дисертаційної роботи.

Відсутність академічного плагіату, фабрикації та фальсифікації

Під час ознайомлення з текстом дисертаційної роботи та публікаціями здобувача фактів академічного плагіату, фабрикації або фальсифікації результатів дослідження не виявлено. Запозичення з наукових джерел здійснені відповідно до вимог академічної доброчесності. Отримані результати дисертції є результатом самостійної наукової роботи автора.

Зауваження та дискусійні положення

1. Недостатньо повним є аналіз впливу зовнішніх збурень на показники роботи системи керування колоною синтезу амміака .
2. Доцільно було б навести аргументоване порівняння запропонованого в розділі 3 методу керування з існуючими методами керування колоною синтезу амміака.
3. У роботі дещо поверхньо розглянуто можливість інтеграції запропонованої системи з існуючими системами автоматизації підприємств.
4. Практичні результати роботи були б більш переконливими, якби здобувач навів у додатках акти їх впровадження на конкретному підприємстві.
5. Слід було б розглянути перспективи використання розробленої комп'ютерно-інтегрованої системи керування для інших хіміко-технологічних процесів.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Гуріна Олександра Миколайовича є завершеним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальну науково-технічну задачу підвищення ефективності процесу синтезу аміаку.

За своїм змістом, рівнем наукової новизни, практичним значенням та якістю виконання дисертаційна робота відповідає вимогам Наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017 р. та Постанови Кабінету Міністрів України №44 від 12.01.2022 р.

Вважаю, що здобувач, Гурін Олександр Миколайович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри
інформатики та комп'ютерної техніки
Харківського національного економічного
університету ім. С. Кузнеця,
доктор технічних наук, професор

Сергій УДОВЕНКО

Підпис Удовенка Сергія Григоровича засвідчую.
Вчений секретар
Харківського національного економічного
університету ім. С. Кузнеця



Оксана ПИСАРЧУК