

ВІДГУК

офіційного опонента Кузнецова Бориса Івановича
на дисертаційну роботу ЛЕОНТЬЄВА ПЕТРА ВОЛОДИМИРОВИЧА
**«АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ УСТАНОВКОЮ
КОМПЛЕКСНОЇ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ ДО ТРАНСПОРТУВАННЯ»**,
що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування

Актуальність обраної теми. Важливою ланкою в газовій промисловості України є підготовка природного газу до транспортування, яке в цілому полягає у відборі з природного газу важких вуглеводнів і води. Особливістю установці комплексної переробки газу (УКПГ) є робота в умовах нестабільних параметрів природного газу, що надходить на переробку, і те, що свердловини, на яких здійснюється добуток, виснажуються. Крім того, синтез законів керування параметрами потоку газу ускладнюється наявністю часових затримок між керуючими впливами та реакцією об'єкту, які залежать як від швидкості процесу конденсації, так і від сталої часу виконавчого механізму запірної арматури.

На наступний час недостатньо формалізовані процедури побудови пристроїв керування параметрами зазначеного класу об'єктів обумовлюють заходи по розробці та дослідженню процесу сепарації. Оскільки моделі надкритичної течії потоку, що супроводжує процес низькотемпературної сепарації (НТС), досліджуються лише в аспектах оптимізації конструкції УКПГ, то розробка моделей регуляторів, що забезпечують ефективність керування процесом НТС, також є актуальною.

Таким чином, підвищення функціональної ефективності процесу сепарації вологи з потоку газу за рахунок зменшення часу та коливальності перехідних процесів в умовах дії нестационарних збурень параметрів потоку газу є актуальною науковою задачею.

Актуальність та перспективність дисертаційної роботи підтверджуються і тим, що наукові дослідження проводилися відповідно до концепції «Енергетичної стратегії України до 2030 року» (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 року № 145-р) у Сумському державному університеті в рамках НДР, що фінансована Міністерством освіти і науки України: «Комплексне ресурсозбереження на стадіях життєвого циклу автоматизованих технологічних об'єктів» (№ 0118U001922), в якій автор є співвиконавцем.

Тому вирішення наукової задачі автоматизації керування установкою комплексної підготовки газу до транспортування з метою підвищення функціональної ефективності процесу сепарації вологи з потоку газу на базі мікропроцесорних засобів автоматизації за рахунок зменшення часу та коливальності перехідних процесів в умовах дії нестационарних збурень параметрів потоку газу є актуальним та своєчасним.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі ЛЕОНТЬЄВА П.В. є високою і базується на аналізі літературних джерел за даною проблемою, гармонійній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні і критичному аналізі отриманих результатів в порівнянні з результатами інших дослідників, і якісному формулюванні отриманих висновків. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату газової динаміки та термодинаміки, методів інтегрального та диференціального числення, зокрема методу скінченних елементів, законів електротехніки та механіки, методів теорії автоматичного керування.

Отримані результати перевірені шляхом критичних переходів отриманих формул до відомих раніше результатів, що підтверджує обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі результатів дослідження.

Достовірність результатів досліджень. Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується коректністю постановок математичних задач, застосуванням стандартних процедур математичного аналізу і методів керування, відповідністю змісту математичних моделей

фізичній суті описуваних об'єктів. Отримані результати, висновки і рекомендації логічно і математично аргументовані. Достовірність забезпечується коректною математичною постановкою задачі розробки, дослідження і створення автоматизованої системи керування установкою комплексної підготовки газу до транспортування з метою підвищення функціональної ефективності процесу сепарації вологи з потоку газу на базі мікропроцесорних засобів автоматизації за рахунок зменшення часу та коливальності перехідних процесів в умовах дії нестационарних збурень параметрів потоку газу.

Усі методи, що запропоновані в дисертаційній роботі обґрунтовані строгими математичними викладками і підтверджуються результатами чисельних комп'ютерних експериментів, а також шляхом співставлення отриманих результатів з експериментальними дослідженнями.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

1. Вперше розроблено математичну модель течій потоків газу через дросельну засувку в результаті чого отримані поля надкритичної течії дросельованого потоку в залежності від позиції запірної арматури, що дало можливість уточнити параметри моделі об'єкту.

2. Уточнено математичну модель об'єкту, яка формує значення оптимуму процесу НТС конденсату на базі аналізу балансу параметрів цього процесу.

3. Створено функціональну структуру контуру керування температурою газового потоку з використанням адаптивного регулятора тиску, який враховує зміни параметрів потоку газу на вході в установку, що дозволяє підвищити ефективність процесу сепарації за рахунок зменшення втрат газу.

4. Дістала подальший розвиток кусково-лінійна апроксимація опису об'єкта з нелінійністю типу множення, яка використовується при розбудові регулятора за табличним методом керування, що здійснює налаштування параметрів регулятора в реальному масштабі часу для конкретної робочої точки.

5. Науково обґрунтовано використання екстремального регулятора Для зовнішнього контуру керування процесом НТС, який на відміну від

традиційних ПІД-регуляторів, забезпечує стійкість системи керування в умовах наявності збурень та часових затримок реакції об'єкта.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання полягає у наступному:

Математичні моделі, що розроблені в роботі, дають можливості налаштування на оптимальні режими функціонування установок сепарації вологи. Впровадження екстремальних та релейних регуляторів, що досліджувались в роботі, дозволяє підвищити ефективність функціонування системи керування.

Використання інструментарію, запропонованого в роботі, може бути поширено на інші нелінійні об'єкти керування із часовою затримкою, наприклад, зневоложення стиснутого повітря, керування кондиціонуванням потоків або сушіння різних речовин. Програмно-технічні засоби розроблено на базі методик, що використовувались в дослідженнях.

Результати дисертаційної роботи впроваджені в ТОВ «Меллівора» (м. Суми) та ТОВ «Спецмехсервіс» (м. Полтава). Також результати дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес в Сумському державному університеті (м. Суми).

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях та апробація роботи. Результати дисертаційної роботи досить повно відображені в 22 наукових працях, у тому числі: 6 статей у виданнях, включених до переліку фахових видань України з технічних наук (з них одна стаття проіндексована у базі даних Scopus, 1 стаття опублікована у закордонному виданні ScienceRise) та 16 тез доповідей конференцій.

Основні результати роботи доповідались та обговорювались на 12-й, 16-й, 17-й міжнародних науково-технічних конференціях «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів» (Кременчук, 2013; Кременчук, 2017; Кременчук, 2018); 1-й, 2-й міжнародних науково-технічних конференціях «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології АКИТ» (Київ, 2014; Київ, 2015); 5-й, 13-й міжнародних конференціях «Контроль і управління в складних системах КУСС» (Вінниця, 2014; Вінниця, 2016); 5-й Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні напрями розвитку інформаційно-

комунікаційних технологій та законів управління» (Полтава, 2014); всеукраїнській науковій Інтернет конференції «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення» (Тернопіль, 2014); 15-й Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми інформатики і моделювання» (Харків, 2015); 2-й всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті техніці та промисловості» (Івано-Франківськ, 2015); всеукраїнській науково-практичній конференції «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика» (Полтава, 2015); всеукраїнській науково-практичній конференції «Перспективи та напрямки сучасної електроніки інформаційних і комп'ютерних систем (MEICS-2015)» (Дніпропетровськ, 2015); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні методики, інновації та досвід практичного застосування у сфері технічних наук» (Радомі, Польща, 2017); 12th IEEE international conference «Electronics and Information Technologies (ELIT)» (Lviv, 2021).

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Метою дисертаційної роботи є підвищення функціональної ефективності процесу сепарації вологи з потоку газу на базі мікропроцесорних засобів автоматизації за рахунок зменшення часу та коливальності перехідних процесів в умовах дії нестационарних збурень параметрів потоку газу. На жаль, автор не наводить кількісних характеристик підвищення функціональної ефективності, які отримані завдяки виконанню роботи.

2. Критерій (3.1) оцінює значення максимального рівня витрат потоку газу при утриманні мінімальної температури потоку, яка забезпечує конденсацію вологи. При керуванні процесом НТС шляхом зміни площі поперечного перерізу дросельної засувки, змінюється декілька параметрів потоку, а саме: температура, тиск, вологість, рівень опадаючої рідини в сепараторі. Тому не зрозуміло, чи має взагалі коректне рішення мінімаксна задача (3.1) при одному єдиному керуванні засувкою, та за допомогою яких програмних засобів таке оптимальне керування можна обчислити.

3. При використанні ПІ–регулятора положення засувки розімкнена система має два інтегратора, що обумовлює її структурно нестійкою. Для таких об'єктів керування зазвичай використовують ПД–регулятори, особливо при наявності сухого тертя на валу засувки.

4. Без належного обґрунтування автором використана досить складна модель двомасової електромеханічної системи керування засувки з урахуванням наявності пружних елементів між валами двигуна і засувки (2.15), схема якої показана на рис. 2.11. Зокрема, не наведені частоти власних коливань механічної системи «вал двигуна – вал засувки». Тим більше, що при синтезі релейного закону керування засувкою, ця модель фактично не використовується.

5. Особливістю установці комплексної переробки газу є робота в умовах нестабільних параметрів природного газу, що надходить на переробку. На жаль, автор не враховував стохастичний характер зміни параметрів природного газу, що надходить на переробку.

6. Не зовсім вдало сформульовано перший пункт наукової новизни роботи "Вперше на базі відомих засобів проведено моделювання течій потоків газу через дросельну засувку..". Більш вдалою була б таке формулювання "Вперше розроблено математичну модель течій потоків газу через дросельну засувку..".

7. До практичного значення одержаних результатів доцільно було б включити пункт " Результати моделювання течій потоків газу через дросельну засувку..."

8. Відсутнє порівняння отриманих у роботі результатів з відомими підходами до рішення цієї проблеми.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота ЛЕОНТЬЄВА ПЕТРА ВОЛОДИМИРОВИЧА на тему «АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ УСТАНОВКОЮ КОМПЛЕКСНОЇ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ ДО ТРАНСПОРТУВАННЯ», за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

Вона є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу наукову задачу підвищення функціональної ефективності процесу сепарації вологи з потоку газу на базі мікропроцесорних засобів автоматизації за рахунок зменшення часу та коливальності перехідних процесів в умовах дії нестационарних збурень параметрів потоку газу

В дисертаційній роботі отримані науково обґрунтовані результати подальшого розвитку методів автоматизації керування установкою комплексної підготовки газу до транспортування з метою підвищення функціональної ефективності процесу сепарації вологи з потоку газу на базі мікропроцесорних засобів автоматизації за рахунок зменшення часу та коливальності перехідних процесів в умовах дії нестационарних збурень параметрів потоку газу

Оформлення роботи відповідає вимогам, які пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автореферат повністю відображає основні положення дисертації. Висновки за результатами роботи сформульовані достатньо чітко і виразно та відповідають змісту дисертаційної роботи. Зроблені зауваження принципово не знижують високого наукового і практичного рівня дисертаційної роботи, яка в повній мірі відповідає вимогам п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів від 24 липня 2013 р. № 567 щодо здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор ЛЕОНТЬЄВ ПЕТРО ВОЛОДИМИРОВИЧ заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

Офіційний опонент, доктор технічних наук, професор,
зав. відділом проблем управління магнітним полем
Інституту технічних проблем магнетизму
Національної академії наук України



Борис КУЗНЕЦОВ

Підпис д.т.н., проф. Кузнецова Б. І.

Вчений секретар, к.т.н.




Павло ДОБРОДЄСВ