

ВІДЗИВ

на дисертаційну роботу Гладуна Сергія Валентиновича «Моделювання та розрахунок оптимальних параметрів роботи підземного сховища газу в системі магістральних трубопроводів», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Дисертаційна робота С.В. Гладуна присвячена питанням підвищення ефективності математичного моделювання роботи комплексу «підземне сховище газу – магістральний трубопровід» з врахуванням широкого комплексу експлуатаційних і технологічних варіативних складностей, що можуть виникати на практиці. Відмінною рисою роботи є аналіз такої системи саме в сумісній постановці, коли можливі багатокомпонентні поєднання зазначених елементів і прояви суттєвого взаємовпливу складових системи. Актуальність і практична цінність роботи визначаються постійно зростаючими вимогами щодо оптимальності використання газових ресурсів з метою зменшення споживання газу в умовах змінних річних цін, що обумовлює використання газових сховищ, а також зміною традиційних джерел надходження і пунктів споживання газу.

Робота включає в себе вагому розробку загальної концепції побудови моделі дослідження, яка за задумом автора включає в себе, з одного боку, врахування головних властивостей процесів відбору, закачки, перерозподілу і транспортування газу, а з другого боку, можливості оперативного гнучкого використання моделі при відхиленнях параметрів технологічних об'єктів і процесів від нормативних. Перша вимога ставить задачі розробки математичних моделей, які достатньо повно враховують властивості реальних систем, в яких може змінюватися велика кількість параметрів, друга вимога призводить до необхідності побудови швидкодіючої моделі, яка в режимі реального часу може задовільнити вимоги побудови оптимального (по фізичних параметрах з врахуванням рентабельності) режиму експлуатації.

Математична частина роботи ґрунтується на моделі одномірного руху стисливого газу. Ця модель доповнена уточненнями для випадку реальних властивостей газових сумішей, законом фільтрації газу та іншим. Частина співвідношень моделі спрощується до рівня емпіричних залежностей. Таке спрощення з врахуванням певного розкиду вхідних параметрів моделі є цілком придатним. Проте дуже важливим є те, що в роботі завжди беруться до уваги не спрощені балансові рівняння по масі і енергії. Їх виконання

завжди перевіряється. Як відомо, виконання таких балансових рівнянь є не лише вимогами фізичної природи, а ще і пов'язане з виконанням умов розв'язності задачі. Тому одержані результати математичного моделювання мають високий рівень вірогідності (яка перевіряється практично неперервно), а відповідні чисельні процедури є стійкими. Розгляд задачі в сумісній постановці призводить до необхідності аналізу математичного об'єкту, складові якого мають різну математичну структуру. Це долається переважно шляхом використання аналітичних передумов для спрощення розв'язку. В підсумку це дозволяє з одного боку підвищити швидкодію розробленої схеми аналізу роботи системи з метою пошуку оптимальних режимів експлуатації, а з другого боку це спрощує питання синтезу елементів моделі.

В роботі відмічено, що переважно система має працювати в стаціонарному режимі, проте при різних потребах відбувається зміна таких усталених режимів, при якій створюються умови для суттєвого прояву перехідних режимів. В математичному плані це пов'язане з домінування факторів, які визначаються властивостями моделі з параболічним характером поширенням збурень (квазістаціонарний режим), або домінуючими стають процеси, які визначаються властивостями моделі з гіперболічним характером поширенням збурень (перехідні режим). В роботі показано, що для зменшення впливу перехідних процесів на стрибковий характер зміни робочих параметрів тиску потрібно узгодити початкові і граничні умови.

Одержані в роботі теоретичні результати по вдосконаленню моделі і розширенню її спроможностей в плані розгляду сумісної поведінки складових системи були апробовані: дані чисельного експерименту для частинних випадків порівнювалися з результатами інших робіт і з експериментами, що дало задовільні результати.

В роботі одержано такі нові наукові і прикладні результати:

1. Створено і реалізовано модель з високими адаптивними властивостями для визначення оптимальних режимів експлуатації об'єктів газового комплексу, який включає в себе магістральний газопровід, підземні сховища газу (включаючи режим колекторного відбору газу) при наявності розкиду вхідних параметрів і реалізації режиму переключення системи від одного режиму роботи, до іншого і врахуванні сумісності функціонування складових елементів системи.
2. Створення комплексного підходу до верифікації моделі з використанням балансових співвідношень і ітераційних методів пошуку оптимальних рішень.

3. Практична реалізація розробленого підходу для випадку мережі, що має певну топологічну структуру з багатьма елементами; розробка рекомендацій по оптимізації енергетичних затрат на функціонування системи і прогнозування параметрів функціонування системи при зміні робочих режимів (використано в ДК “Укртрансгаз”).

В сукупності робота ґрунтується на актуальних постановках задач і містить теоретичну частину і проведення обчислювальних експериментів, що в комплексі дозволяє вважати, що поставлену в роботі мету дослідження досягнуто: створено обґрунтовану математичну модель визначення оптимальних режимів експлуатації об’єктів газового комплексу.

Робота оформлена добре. Результати роботи в достатній мірі висвітлені в публікаціях, обговорювалися на конференціях і семінарах. Автореферат роботи повністю відповідає її змісту, а обраний об’єкт дослідження, методи дослідження і характер роботи повністю відповідають обраній спеціальності.

По роботі є такі зауваження.

1. При оформленні роботи автор широко вживає скорочення, частина з яких в тексті не описана, особливо це проявляється в авторефераті. Частина рисунків мають назви (причому докладні), а інші взагалі назв не мають. Огляд літератури переважно ґрунтується на роботах російських і українських авторів, а роботи англійські наведені переважно 20-тирічної давності і в незначній кількості. Через це огляд літературних джерел виглядає неповним, хоча підсумкові висновки по огляду є такими, що відповідають об’єктивному стану речей.
2. Неодноразово автор використовує такий крок в тексті: «оскільки одержане співвідношення нелінійне, проведемо лінеарізацію...». Виникає два питання: а) чи аналізувалися похибки, які вносилися лінеарізацією, б) які співвідношення залишалися не лінеарізованими, за яким критерієм це робилося.
3. У висновку 7 розділу 3 згадуються функції Бесселя і Неймана, причому стверджується, що вони мають особливості в околі нуля. Насправді лише функція Неймана має такі особливості. І не зрозуміло навіщо використовувати ступеневі розвинення функцій Бесселя і Неймана, оскільки ці функції є вбудованими практично у всіх сучасних обчислювальних комп’ютерних системах.
4. В роботі відсутні дані щодо меж можливого використання розробленої моделі як по часових інтервалах, так і по просторових масштабах, не

наведено інформацію по кількості потрібних кроків ітерацій і швидкодії всього процесу побудови оптимальних режимів.

Приведені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки виконаної С.В. Гладуном дисертаційної роботи.

В цілому, дисертаційна робота Сергія Валентиновича Гладуна «Моделювання та розрахунок оптимальних параметрів роботи підземного сховища газу в системі магістральних трубопроводів» є завершеною науковою роботою, що має наукову новизну, актуальність та практичну цінність і виконана на сучасному науковому рівні. Вважаю, що дисертаційна робота Гладуна С.В. повністю відповідає вимогам п. 11 та п. 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року №567, які висуваються до кандидатських дисертацій, а її автор за створення моделі пошуку оптимальних режимів функціонування об'єктів газового комплексу заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Офіційний опонент
доктор технічних наук, професор
кафедри механіки суцільних середовищ
механіко-математичного факультету
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

О.С. Лимарченко

