

## НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ГАЗОТРАНСПОРТНОЮ СИСТЕМОЮ

Г.Н. Семенов, Є.С. Стрельцов

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 46067

e-mail: kafatp@nung.edu.ua

*Розглядаються особливості газотранспортної системи як об'єкта управління, аналітичні методи досліджень і напрямки удосконалення систем автоматизованого управління нею.*

Ключові слова: газотранспортна система, об'єкт управління, методи досліджень, моделювання нестационарних режимів, структурний аналіз.

*Рассмотрены особенности газотранспортной системы как объекта управления, аналитические методы исследования и направления усовершенствования систем автоматизированного управления ею.*

Ключевые слова: газотранспортная система, объект управления, методы исследования, направления усовершенствования, моделирование нестационарных режимов, структурный анализ.

*The features of the gas transportation system as an object of management, analytical methods and directions of improvement of systems for automated management.*

Keywords: transmission system, object management, research methods, the direction of improvement, the modeling of transitional regimes, structural analysis.

Науково-технічний прогрес і соціально-економічний розвиток є причиною невпинного зростання об'ємів споживання різних видів енергії і енергетичних ресурсів як традиційних (вугілля, нафта, природний газ, гідро-і атомна енергія), так і нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії. Світове споживання енергоресурсів постійно зростає. Як свідчать дослідження [1,2], спостерігається стійка тенденція до збільшення споживання природного газу як джерела енергії не тільки в Україні та інших країнах, що мають власні ресурси, але й в країнах, що його імпортують. Швидко розвивається міжнародна торгівля природним газом. Все це свідчить про актуальність проблем транспортування газу, створення потужних автоматизованих газотранспортних систем (ГТС) і підвищення їх надійності.

Проте, аналіз літературних джерел [3÷6 та ін.] вказує на недостатній об'єм проведених досліджень в контексті створення ефективних автоматизованих систем управління ГТС. Це обумовлено високими вимогами до якості управління ГТС, а також додатковими труднощами в управлінні, обумовленими великою довжиною трубопроводів, розосередженим характером об'єктів ГТС, жорстким технологічним взаємозв'язком об'єктів транспортної магістралі, складністю природно-кліматичних умов та іншими особливостями.

Тому метою даної статті є аналіз особливостей ГТС як об'єкта управління і методів дослідження, а також формування напрямків удосконалення систем автоматизованого управління ГТС.

Технологічними об'єктами управління в ГТС, для яких створюється АСУТП, є магістральний газопровід (МГ) або комплекс газотранспортного обладнання разом з компресорними станціями (КС), лінійною ділянкою, а також, іноді, сховищами газу.

Під час створення АСУТП необхідно враховувати особливості технологічних процесів ГТС:

- неперервність у випадку розосереджених технологічних об'єктів;
- залежність режиму роботи ГТС від режимів роботи газотранспортних підприємств і газовидобувних підприємств, а також від режиму газоспоживання;
- нестационарність, що викликана нерівномірністю газоспоживання і аварійними режимами;
- інерційність, тобто запізнення від моменту надходження газу в МГ.

Оскільки ГТС характеризується об'єднанням великої кількості технологічних параметрів, що впливають на техніко-економічні показники, то ефективну роботу усього технологічного комплексу організують за так званим ієрархічним принципом.

На верхньому рівні ієрархії управління використовуються задачі організації, асинхронізації і координації взаємодії технологічних операцій і обладнання. Об'єктом управління в цьому випадку є увесь технологічний комплекс ГТС з технологічним обладнанням.

До середнього рівня відносяться розв'язання задач оптимізації технологічних режимів окремих ділянок і процесів. Об'єктами управління на цьому рівні є технологічні процеси разом з обладнанням і локальними автоматичними системами регулювання (АСР). Окрім того, до функцій управління на цьому рівні входять виявлення та усунення аварійних режимів, перемикання обладнання в технологічних схемах, обчислення техніко-економічних показників процесів та ін. Ці функції управління відносно складні і не можуть бути повністю покладені на автоматичні пристрої. Тому використовують комп'ютерно-інтегровані технології за участю оператора ЕОМ.

На нижньому ієрархічному рівні вирішуються задачі контролю і стабілізації окремих режимних параметрів за допомогою локальних АСР.

Багаторівнева структура сучасних ГТС вимагає максимальної формалізації рішень задач автоматизації на всіх ієрархічних рівнях. Слід зауважити, що ефективність побудови таких систем суттєво залежить від локальних систем автоматичного регулювання нижнього ієрархічного рівня, які здійснюють вимірювання, контроль і регулювання технологічних параметрів, що характеризують технологічний процес.

Отже, розроблення систем управління ГТС можна віднести до задач, ефективно вирішення яких неможливе без застосування системних методів аналізу [7], глибоких досліджень статичних і динамічних властивостей елементів системи, вивчення її зовнішніх зв'язків і взаємозв'язків між елементами.

Тому одним із головних етапів розроблення системи управління ГТС є створення і застосування різних адекватних математичних моделей, обґрунтування діапазону їх використання.

Розв'язання задачі оптимізації управління неусталеними потоками газу в системах магістральних газопроводів за деяким критерієм ускладнюється необхідністю розглядати не окрему ділянку ГТС, а усю систему загалом, а також стохастичністю характеру більшості вихідних даних та відсутністю аналітичних даних та аналітичних виразів для розв'язання рівнянь, що описують нестационарні явища в розгалужених газопроводах.

Складність управління ГТС як великою системою обумовлена також необхідністю враховувати значну кількість різноманітних чинників і нерівномірністю газоспоживання, внаслідок чого газопровід постійно працює в неусталеному режимі.

Для розв'язання задач управління ГТС на базі методів сучасної теорії управління необхідно знати динамічні характеристики об'єктів ГТС. Для цього доцільно використати формалізацію технологічних процесів ГТС.

Наявність адекватних математичних моделей об'єктів ГТС уможливить правильний вибір параметрів структури системи, а також технічних засобів автоматизації, визначення критеріїв оптимальності, дослідження точності керування та ін.

Отже, при побудові математичних моделей необхідно враховувати особливості ГТС, перелік яких наведено на рис. 1.

Слід зауважити, що ціла низка елементів ГТС (газоперекачувальні агрегати, компресорні станції, лінійна арматура та ін.) мають сталі часу на декілька порядків менші за сталу часу лінійної частини газопроводів, яка дорівнює приблизно 3÷6 годин на 100 км довжини. Тому в загальній структурі технологічного ланцюга достатнім є використання статичних характеристик.

Проте у ході аналізу складних ГТС задача ускладнюється, оскільки режими роботи описуються системою диференціальних рівнянь в

часткових похідних з урахуванням законів потокорозподілення (Кірхгофа) у вузлах контурів ГТС [3,45]. Оскільки лінійна частина ГТС є системою з розподіленими параметрами, то їхні динамічні характеристики визначаються при ступінчатих зовнішніх впливах і є результатами розв'язання диференціальних рівнянь в часткових похідних.

Аналітичні розв'язки цих рівнянь можуть бути також отримані класичними методами Фур'є або Д'Аламбера [8,9].

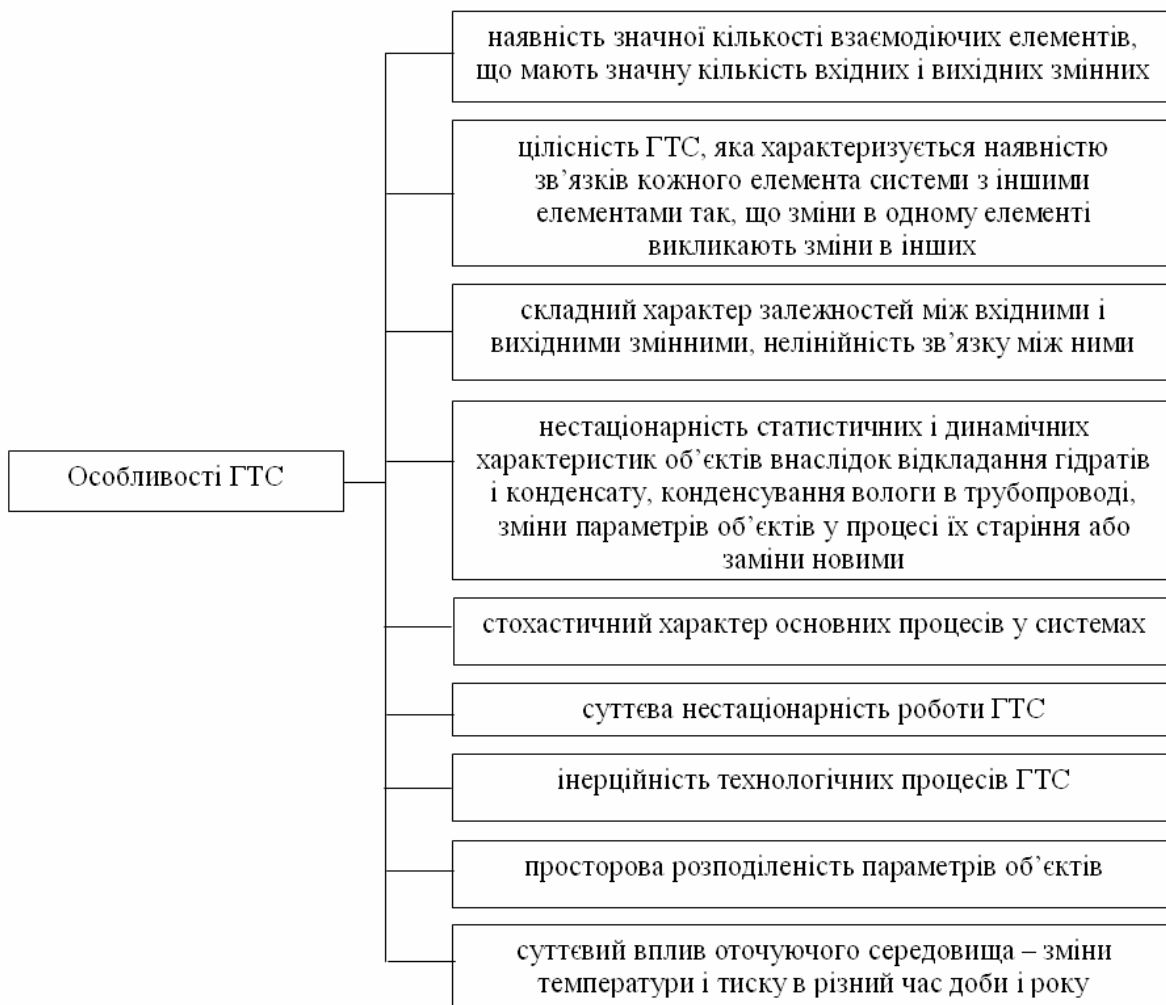
При застосуванні цих методів результати представляються або у вигляді нескінченного ряду падаючих і відбитих хвиль, або у вигляді нескінченного ряду гармонік. Внаслідок складності таких результатів використанні їх для задач автоматичного управління в ГТС є незручним. Перелік інших аналітичних методів дослідження ГТС зображено на рис. 2 [10,11,12].

Більшість з них присвячена досить вузьким крайовим задачам, що характеризує складність проблеми. Отже для задач оперативного управління ГТС необхідні такі методи, які дозволяють порівняно легко узгодити між собою характеристику розподілених і зосереджених ланок.

Згідно з проведеним аналізом сучасні ГТС є складними системами, властивості яких визначають складність задач їх аналізу і необхідність розроблення спеціальних методів і засобів для їх вирішення.

Структурний аналіз дає змогу, виходячи із заданих описів елементів системи і зв'язків між ними, визначати, як правило, якісні структурні властивості як системи в цілому, так і основні її підсистем. Тоді розгляд ГТС зводиться до переходу від опису різноманітних безпосередніх зв'язків між елементами системи до опису структурних зв'язків. Такий підхід особливо ефективний, коли як підсистеми розглядаються деякі самостійно функціонуючі елементи ГТС (компресор, лінійні ділянки і т.п.).

Методи структурного аналізу широко використовуються в задачах розрахунку статичних режимів ГТС. Враховуючи, що умови функціонування ГТС змінюються з часом, важливим стає застосування нестационарних режимів ГТС. Розроблення методів структурного аналізу і розрахунку оптимальних режимів нестационарних станів ГТС може бути дати значний економічний ефект, хоча практична їх реалізація вимагає створення складних систем управління. Нестационарність, багатомірність, вплив неконтрольованих збурень, недостатня вивченість фізичних процесів, які відбуваються, ускладнюють автоматизацію технологічних процесів у ГТС. Тому пропонуються декілька напрямків удосконалення систем управління (рис. 3).



**Рисунок 1 - Особливості газотранспортної системи як об'єкта управління**



**Рисунок 2 – Аналітичні методи дослідження ГТС**

У зв'язку з різною фізичною природою процесів, які відбуваються в ГТС, та їх стохастичністю синтез автоматизованих систем управління є досить складною процедурою, яка залежить від класу і властивостей об'єктів керування. Різноманітність класів об'єктів призводить до необхідності створення різних методів ідентифікації й управління, що використовуються під час їх синтезу, який передбачає

ідентифікацію систем і синтез керуючих пристроїв.

**Висновок**

Отже, основним напрямком підвищення ефективності ГТС є удосконалення управління нею. Складність цієї задачі обумовлена не тіль-



Рисунок 3 – Напрямки удосконалення систем автоматизованого управління ГТС

ки складністю конфігурації структури ГТС, але й відносно складністю розроблення ефективних алгоритмів управління, що суттєво залежить від адекватності отриманих математичних моделей окремих елементів ГТС.

### Література

- 1 Про схвалення енергетичної стратегії України на період до 2030 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006р., № 145. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi.nreg='45-2006%FO>.
- 2 Халявко М.П. Нафтогазовий комплекс України. Напрямки реалізації основних положень енергетичної стратегії до 2030 року / М.П. Халявко // Хімічна промисловість. – 2007. – №2. – С.3-10.
- 3 Щербаків С.Г. Проблемы трубопроводного транспорта нефти и газа / С.Г.Щербаків. – М.: Наука, 1982. – 205 с.
- 4 Автоматизация процессов газовой промышленности / [Шейхутдинов А.З. и др.]; под общ. ред. А.З.Шейхутдинова. – Санкт-Петербург: Наука, 2003. – 420 с.
- 5 Трубопроводный транспорт газа / [Ковалко М.П., Грудз В.Я., Михалків В.Б., Тимків Д.Ф та ін.]; за ред. М.П.Ковалко. – Київ: Агентство з раціонального використання енергії та екології, 2002. – 600 с.
- 6 Підземні сховища газу та їх роль в надійності транзитних поставок газу до Європи та газопостачання споживачів України. (Відділ

зв'язків з громадськістю НАК «Нафтогаз України»), 03.07.2008. – 4с. – Режим доступу: <http://www.ngbi.com.ua/am/ct9.html>

- 7 Ладанюк А.П. Основи системного аналізу / А.П.Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 173 с.
- 8 Джигит Г.А. Упрощенная математическая модель длинного трубопровода / Г.А.Джигит // Теплоэнергетика. – 1972. - №1. – С.37-40.
- 9 Лаврентьев М.А. Проблемы гидромеханики и математические модели / М.А.Лаврентьев, Б.В.Шабат. – М.: Наука, 1973. – 416 с.
- 10 Караев Р.Н. Переходные процессы в линиях большой протяженности / Р.Н.Караев. – М.: Госэнергоиздат, 1983. – 136 с.
- 11 Бердников В.В. Прикладная теория гидравлических цепей / В.В.Бердников. – М.: Машиностроение, 1977. – 192 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії  
02.12.10  
Рекомендована до друку професором  
М.І. Горбійчуком