



5. Ю.Сінчук, Н. Притула, М. Притула. Моделювання нестационарних режимів газових мереж// Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Комп’ютерні науки та інформаційні технології. – Львів, – 2010. – №663. – С. 128–132.

УДК 622.692.4+622.691.24

ПЛАНУВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ГАЗОТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

*Н.М.Притула^{1,2}, О.Д.Гринів², А.В.Дацюк³, В.А.Фролов³,
С.В.Гладун³*

*¹Інститут прикладних проблем механіки і математики ім.
Я.С. Підстригача НАН України, вул. Наукова 3-б, Львів,
79060, e.mail: chekurin@iapmm.lviv.ua*

*²Науково-дослідний і проектний інститут транспорту
газу ПАТ Укртрансгаз, вул. Маршала Конєва, 16, Харків,
61004, e.mail: nazar.prytula1@gmail.com*

*³ПАТ “Укртрансгаз”, Кловський узвіз, 9/1, Київ, 01021,
e.mail: gladun-sv@utg.ua*

Методи планування оптимального розподілу потоків в системах мережевого типу з компресорними станціями (активними об’єктами) з газопроводами із різними номінальними тисками в літературі є відсутніми. Такі методи розроблялися для газотранспортних систем з простою технологічною схемою одно- та багато-ниткових магістральних газопроводів. Оптимізація в одностикових системах магістральних газопроводах, в основному, проводиться способом вибору тиску близького до максимальних на виходах активних об’єктів. В загальному випадку, в умовах непроекtnих режимів та існування регуляторів тиску і витрати, методи планування суттєво ускладнюються.

Всі об’єкти, які приймають участь в транспортуванні та зберіганні газу – технологічні об’єкти, об’єднані в єдину технологічну систему трубопроводами з довжинами від кількох



метрів до ста і більше кілометрів та діаметрами, які мають від 100 до 1420 мм. Більшість ділянок газопроводів прокладені на певній глибині, а незначна частина проходять над поверхнею землі. Рельєф траси прокладання трубопроводів є змінним і на десятках кілометрів може мінятися до 800 і більше метрів. Робочий тиск в трубах досягає до 7.5 МПа. Компресорна станція (КС) може складатися із декількох цехів. Досить часто цехи відрізняються типом газоперекачуючих агрегатів (ГПА) як за потужністю (від 4.0 до 27.0 МВт), так і типом приводу (електропривід, газотурбінна установка) для відцентрового нагнітача. На багатьох підземних газосховищах працюють компресори поршневого типу. Технологічні схеми окремих КС можуть забезпечити її роботу в дві – три ступені. Для стабільного забезпечення газом, особливо в осінньо – зимовий період, служать підземні сховища газу. Газ зберігається в пластах – колекторах, які являють собою неоднорідне пористе середовище. Глибина залягання пластів колекторів коливається в межах 350-2500 метрів. Структура порового середовища, об'єми зберігання газу та кількість свердловин, через які нагнітають (відбирають) газ, для кожного газосховища є різними.

Розрахунок оптимального режиму проводиться, в основному, за критерієм - мінімум паливно – енергетичних затрат. Оптимізація режимів полягає у виборі топології ГТС, компресорних станцій, а також у виборі оптимального набору ГПА за типами в багатоцехових КС з різнотипними ГПА, які і забезпечать мінімум паливного газу на режим. В результаті розрахунку оптимального режиму отримуємо: потоки газу та його параметри (витрату, розподіл тисків та температури) на кожній ділянці, перемичці, КС і т.д.; тиск та температуру газу в кожній точці системи; режим роботи КС (режим роботи ГПА та параметри газу на його вході та виході, сумарну потужність та затрати паливного газу чи електроенергії); інтегральні характеристики режиму – сумарні затрати паливно – енергетичних ресурсів, об'єм акумульованого газу в системі; перелік КС, задіяних в режимі; перелік ПСГ та ГВС, задіяних в оптимальному режимі.



Стосовно рівня автоматизації процесу розв'язування оптимізаційних задач [1-3] слід зазначити, що автоматизація процесу зміни топології, як математична задача, в повній мірі для такої складної системи як ГТС України, в загальному випадку, є нерозв'язною. Її ефективно вдається розв'язати для певних підсистем ГТС, зокрема – багатониткових газопроводів. Розглядаються цілком нові задачі – задачі оптимального планування реконструкції ГТС за умов слабкої прогнозованості сценаріїв їх завантаженості, а відповідно і розвитку. Отримані результати розрахунку оптимального технологічного режиму роботи ГТС, які є основою для отримання вхідних даних при визначенні обсягів та термінів модернізації ГТС в залежності від різних сценаріїв її завантаження.

Методи оптимізації. Для побудови швидких алгоритмів пошуку оптимального режиму ГТС досліджені його властивості для окремих об'єктів та типових підсистем. Серед типових підсистем розглянуто окремих газопровід, систему магістральних газопроводів, які об'єднані в єдину систему з регулюючою арматурою з різними номінальними тисками при наявності підземних газосховищ. Окремо досліджені багатоцехові КС з різнотипними ГПА, які відрізняються як за потужністю, так і типами приводів (газотурбінні чи електроприводні). Зазвичай, в складних дискретно-неперервних системах не обійшлося без переборних алгоритмів. Для суттєвого зменшення складності алгоритмів були використані встановлені властивості оптимального розв'язку, що забезпечило максимальне зменшення області існування оптимальності.

Планування режимів роботи ГТС та його об'єктів. Структура однієї із основних задач програмного комплексу (рис.1) включає декілька програмних модулів, які розв'язують базові задачі транспортування та зберігання газу.

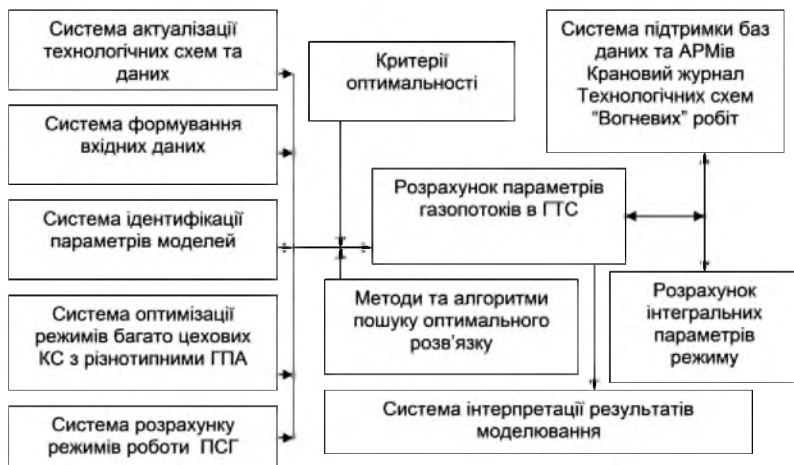


Рис. 1. Основні функціональні підсистеми планування режимів роботи ГТС

Основні параметри програмного комплексу: в розрахунковий процес входить біля 100 тисяч графічних об'єктів, що дозволяє проводити розрахунок всієї газотранспортної системи України на детальних технологічних схемах; завантаження всієї технологічної схеми проходить декілька секунд; метод розрахунку не прив'язаний до типу математичного представлення об'єктів, що дозволяє процес моделювання проводити на максимально адекватних моделях, без їх спрощень, та включати нові об'єкти з моделями, які є відмінними від існуючих; збіжність методу гарантується при старті його роботи з нульових початкових умов (методи розв'язування систем нелінійних рівнянь є не градієнтного типу); швидкість розрахунку всієї газотранспортної системи України проходить за декілька секунд, що дозволяє розв'язувати оптимізаційні задачі згідно всіх основних критеріїв оптимальності; доступність до всіх газодинамічних параметрів та режимних параметрів роботи КС (можливе корегування режимів роботи КС).

Розроблений програмний комплекс пройшов багаторічну апробацію в процесі її експлуатації на реальних даних та в



реальних умовах роботи ГТС. Він призначений для проведення моделювання (планування) режимів роботи газотранспортної системи України при заданих прогностичних вхідних сценарних даних з можливостями їх корегування перед процесом моделюванням чи його завершення.

Управління даними і процес моделювання, включаючи пошук оптимальних режимів роботи основних елементів ГТС та системи в цілому, максимально автоматизовано (не вимагає додаткового втручання користувача), що дає можливість швидко отримувати результати моделювання та оптимізації, актуалізувати великі інформаційні масиви під заданий сценарій «за умовчанням», або даними з диспетчерських журналів всіх рівнів.

1. Притула Н.М., Притула М.Г., П'янило Я.Д. Розрахунок параметрів усталеного руху газу в магістральних газопроводах // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”: Комп’ютерні науки та інформаційні технології. – Львів, – 2006. – № . – с. 139–143.

2. Притула Н.М. Задачі оптимізації потокорозподілу в газотранспортних системах // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”: Комп’ютерні науки та інформаційні технології. – Львів, – 2007. - № 604. - с. 220-227.

3. Притула Н.М. Розрахунок параметрів потокорозподілу в газотранспортній системі (стаціонарний випадок) // Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології. 2007. - Вип. 5. - с. 146-157.