

РОЗРАХУНОК ДИНАМІКИ ЗМІНИ ОБ’ЄМУ АКУМУЛЬОВАНОГО ГАЗУ В ГАЗОТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ

© Притула Н., Гринів О., Химко О., 2013

Розглянуто проблему знаходження об’єму акумульованого газу в газотранспортних системах. Подано перелік факторів, які впливають на величину та точність його розрахунку. Запропоновано шляхи вирішення проблеми. Наведено результати числових експериментів.

Ключові слова: газотранспортна система, об’єм акумульованого газу, оптимальний режим, компресорна станція, підземне газосховище.

The problem of finding of the volume of the accumulated gas in gas transmission systems is considered. The list of factors which influence the size and accuracy of its calculation is given. Problem solutions are offered. Results of numerical experiments are given.

Key words: the gas transmission system, a volume of the accumulated gas, an optimum mode, a compressor station, an underground gas storage.

Вступ

Об’єм акумульованого газу в газотранспортній системі України та її окремих виділених частинах, як і динаміка його зміни в часі, – одні із найважливіших інтегральних характеристик стану системи та характеристик режиму. Ці параметри, якщо вони отримані з гарантованою точністю, дають змогу оцінити: газодинамічну оперативну ситуацію в ГТС, якість функціонування ГТС, вплив зміни режимів роботи технологічних об’єктів на розподіл газопотоків у магістральних газопроводах, вплив основних факторів на поточкорозподіл у системі, рівень можливих втрат газу в системі.

Крім сказаного, вказані параметри дають можливість: оцінити рівень розгерметизації системи в нештатних ситуаціях і, певною мірою, цю ситуацію локалізувати; порівняти фактичний та оптимальний розподіл об’ємів акумульованого газу в системі й оцінити рівень оптимальності діючого режиму; сформувати таке управління системою, яке спрямує рух системи до найшвидшого досягнення оптимального режиму з найменшими паливно-енергетичними ресурсами.

Для розрахунку об’ємів акумульованого газу і динаміки його зміни потрібно:

- дослідити відомі методики на реальних даних щодо впливу на точність розрахунку усереднення основних параметрів, на яких ґрунтуються методики;
- дослідити вплив нестаціонарності газопотоків, неповноти, неточності та частоти вимірювань даних на точність результатів розрахунку;
- дослідити вплив на точність розрахунку адекватності моделей газових потоків, зокрема і тих, які прийняті в наявних методиках, реальним газодинамічним процесам;
- проаналізувати параметри існуючого метрологічного забезпечення, географії розміщення приладів вимірювання та дати оцінку можливого впливу вказаного на точність розрахунку;
- дослідити вплив гідравлічного стану об’єктів на точність розрахунку об’ємів акумульованого газу.

На основі проведення вищеперерахованих робіт з розрахунку об’ємів акумульованого газу і динаміки його зміни необхідно використати адаптивні нестаціонарні моделі газових потоків із обґрунтованою точністю, методи розрахунку газодинамічних параметрів, які входять в моделі газових потоків і використовуються для розрахунку об’ємів акумульованого газу, з точністю, співмірною з точністю замірених даних, а також систему інформування про можливі систематичні та

випадкові відхилення заміряних даних від розрахованих, які неможливо обґрунтувати чи локалізувати математичними методами.

Розрахунок об'ємів акумульованого газу і його регулювання у підсистемах та системі загалом можна забезпечити, здійснюючи:

- розрахунок параметрів газу в місцях (назвемо віртуальними замірами), в яких відсутні прилади вимірювання;
- розрахунок темпів зміни об'ємів акумульованого газу між різними підсистемами;
- розрахунок балансу та дисбалансу газу в темпі надходження даних у виділених підсистемах ГТС;
- розрахунок пікових характеристик газосховищ для можливої оцінки темпу ліквідації дисбалансів у системі;
- актуалізацію технологічних схем та станів об'єктів для гарантування оперативності та точності розрахунку;
- прогнозування появи критичних об'ємів акумульованого газу та критичної динаміки наявних дисбалансів та формування можливих варіантів їх ліквідації.

Таблиця 1

Оцінка за відсутності чи за мінімального транспортування газу (екстремальні оцінки)

№ з/п	Діаметр газопроводів, мм	Довжина, км	Геометричний об'єм, (частка в сумарному об'ємі), м ³ , %	Сумарний об'єм газу за максимального тиску, кгс/см ² , м ³	Об'єм газу за мінімального тиску, кгс/см ² , м ³
	1400	5 455.00	8 393 063.00 (44.75%)	73.00	45.00
	1200	3 874.00	4 379 169.60 (23.30%)	53.00	35.00
	1000	4 427.00	3 475 195.00 (18.49%)	53.00	35.00
	820	1 799.00	996 458.90 (5.30%)	45.00	35.00
	720	358.00	145 685.95 (0.78%)	43.00	15.00
	≤ 530 (сер.300)	19 837.00	1 401 484.05 (7.45%)	25.00	10.00
		35 750.00	18 791 056.5	1 215 242 634.00	766 873 280.00

Таблиця 2

Розраховані об'єми за різних режимів роботи газотранспортної системи

№ з/п	Умови	Об'єми газу, м ³	Порівняння з максимальним об'ємом, %
1	Мінімальний об'єм акумульованого газу (за мінімального транспортування газу та відсутності надходження газу в систему)	766 873 280.00	63.10
2	Максимальний об'єм акумульованого газу (за мінімального транспортування газу)	1 215 242 634.00	100.00
3	Максимальний об'єм акумульованого газу (за об'ємів, близьких до максимального транспортування газу)	1 042 212 658.00	86.00
4	Мінімальний об'єм у реальних умовах	884 000 000.00	73.00
5	Максимальний об'єм в реальних умовах	1 050 000 000.00	86.00

Підтримку максимального об'єму акумульованого газу забезпечують підземні газосховища (ПСГ). Однією із найважливіших характеристик ПСГ є його піковість – максимальні об'єми відбирання газу за заданий час. Піковість підземних газосховищ України протягом сезону відбору

газу змінюється в межах 80 – 320 млн. м³ – за технологічними схемами, в реальних умовах досягалась піковість 265,9 млн. м³. Максимальний об'єм акумульованого газу в ГТС дорівнює об'ємам, які відбираються за чотири доби на початку сезону відбирання та 12 добам в пікових режимах роботи газосховищ після завершення сезону відбирання. Максимальне коливання величини об'ємів акумульованого газу в ГТС не перевищує 20 %. Завжди можна перейти на максимальний об'єм акумульованого газу за 1–2.5 доби роботи газосховищ в піковому режимі.

Перерозподіл об'ємів акумульованого газу в системі дає істотну економію паливного газу.

Числові експерименти

Розглядається ділянка ГТС між КС Південно-Бузька та КС Ананьїв.

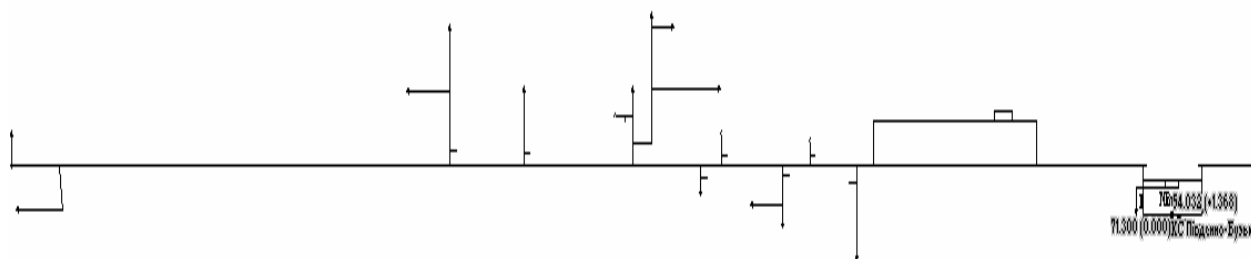


Рис. 1. Схема ділянки ГТС “КС Південно-Бузька – Ананьїв” з відборами газу

Поставивши для КС Південно-Бузька крайову умову на тиск виходу, а на всіх інших об'єктах–відборах крайову умову на витрату газу, перед тим заповнивши даними з баз даних для періоду 3 доби, отримуємо результати моделювання газодинамічних процесів цієї підсистеми (моделювання здійснювалось протягом 70 годин, крок за часовою змінною $\Delta t = 600$ с) (рис. 2, а). Тепер для цієї самої системи використаємо крайову умову для КС Ананьїв на тиск газу і отримуємо результати, подані на рис.2, б. На наведених рисунках на горизонтальній осі відкладено час в годинах, а на вертикальних осях – об'єми газу в м³.

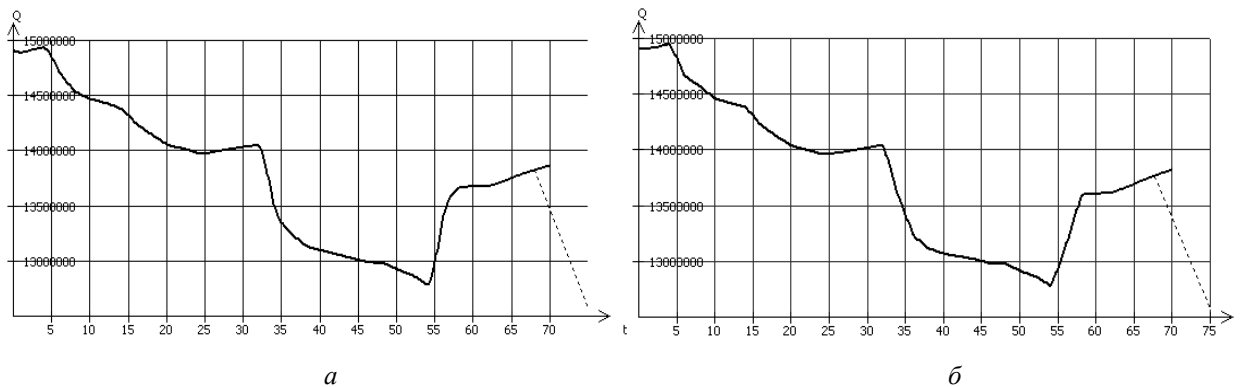


Рис. 2. Графіки зміни об'єму акумульованого газу у системі (розрахований) за різних типів крайових умов

Значення об'ємів акумульованого газу відхиляються не більше ніж на 0.15 % на інтервалах часу перехідних режимів з максимальною швидкістю і у всіх інших випадках 0.05 %.

Виконаємо розрахунок нестационарних режимів підрозділів ДК “Укртрансгаз” (на прикладі підрозділу УМГ “Львівтрансгаз”)

Розглядається схема (рис. 3). Крайові умови для обох КС на тиск газу. Моделювання здійснювалось протягом 10 годин, крок за часовою змінною (Δt) вибрано 600 с (10 хв).

Наведемо результати моделювання (рис. 4).

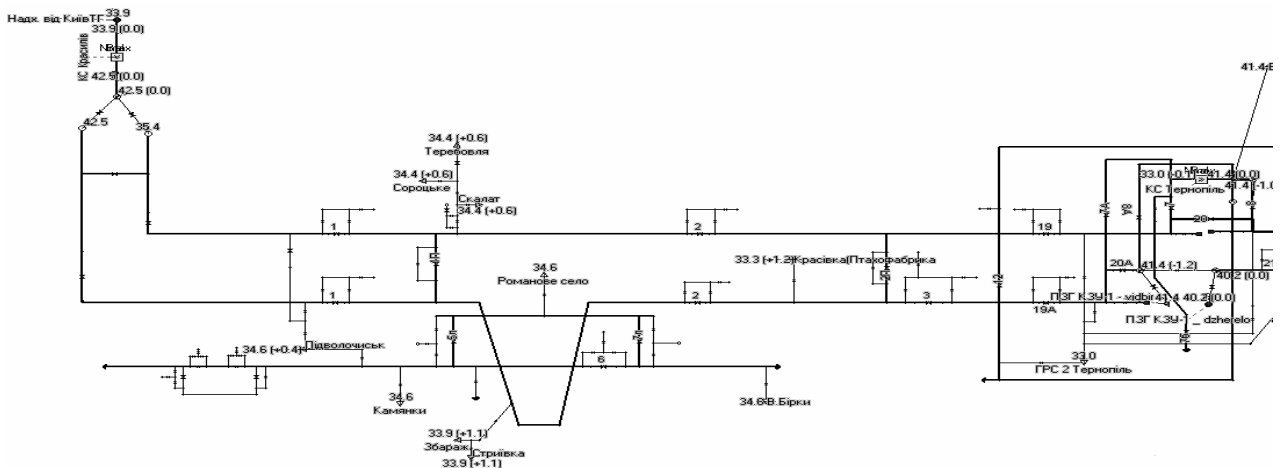


Рис. 3. Технологічна схема ділянки газопроводу КС Красилів – КС Тернопіль

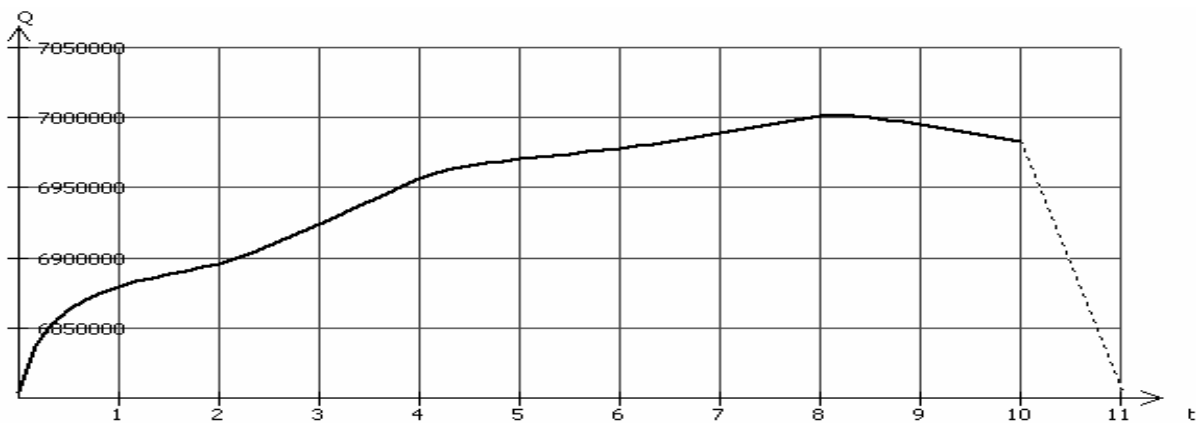


Рис. 4. Графік зміни об'єму акумульованого газу у системі (розрахований)

Проведені числові експерименти показали, що за умов режимів роботи ГТС, близьких до стаціонарних, запропоновані методи розрахунку об'ємів акумульованого газу слабо залежать в межах точності вимірювання відповідних величин від кількості ділянок, на які поділено труби на частини.

Висновки

Розрахунок об'ємів акумульованого газу з високою точністю є системною проблемою. На точність розрахунку впливає багато факторів, частину з яких можна вважати випадковими, інші – систематичними. Числові експерименти підтвердили, що нестационарні моделі газопотоків дають змогу з точністю, близькою до систем вимірювання, розраховувати об'єми акумульованого газу в системі. За умов стаціонарності течії газу похибки вимірювання та точність адаптації не сприяють нагромадженню похибок під час розрахунку об'ємів акумульованого газу в ділянках газопроводів.

1. Сарданашивили С. А. Расчетные методы и алгоритмы / С. А. Сарданашивили. – М.: Нефть и газ, 2005. – 577 с. 2. Селезнев В. Е. Методы и технологии численного моделирования газопроводных систем / В. Е. Селезнев, В. В. Алешин, Г. С. Клишин. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 448 с. 3. Бобровский С. А. Трубопроводный транспорт газа / С. А. Бобровский, С. Г. Щербаков, Е. И. Яковлев. – М.: Наука, 1976. – 475 с. 4. Сінчук Ю., Притула Н., Притула М. Моделивання нестационарних режимів газових мереж // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка” “Комп’ютерні науки та інформаційні технології”. – Львів, – 2010. – № 663. – С. 128–132.