

Іванов Олександр Васильович

кандидат технічних наук,

доцент кафедри транспорту і зберігання нафти і газу

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Иванов Александр Васильевич

кандидат технических наук,

доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Ivanov O.

Ph.D., associate professor, department of transportation and storing of oil and gas

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Ксенич Андрій Іванович

кандидат технічних наук,

доцент кафедри транспорту і зберігання нафти і газу

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Ксенич Андрей Иванович

кандидат технических наук,

доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Ksenych A.

Ph.D., associate professor,

department of transportation and storing of oil and gas

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

МЕТОДИ АНАЛІЗУ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ КІЛЬЦЕВИХ СИСТЕМ ГАЗОПОСТАЧАННЯ НИЗЬКОГО ТИСКУ

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОЛЬЦЕВЫХ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

METHODS OF STUDY OF FLOW CAPACITY OF LOW PRESSURE GAS SUPPLY NETWORKS WITH RING STRUCTURE

Анотація. За допомогою розробленого алгоритму та програмного продукту встановлено залежність пропускної здатності газової мережі від кількості газорегуляторних пунктів. Об'єктом дослідження стали системи газопостачання низького тиску населених пунктів.

Для дослідження пропускної здатності газової мережі розрахунок проводився для різних варіантів величини надлишкового тиску газу на виході газорегуляторного пункту та різної кількості джерел постачання газу. В результаті отримали величину пропускної здатності газової мережі залежно від величини надлишкового тиску газу на виході ГРП.

Можливість зміни фактичних параметрів системи газопостачання дає змогу адаптувати програмний продукт для будь-яких систем газопостачання та проводити багатоваріантні розрахунки з метою отримання експлуатаційних параметрів роботи ділянок мережі, пропускної здатності системи газопостачання.

Ключові слова: газова мережа, газорегуляторний пункт, витрата, пропускна здатність, енергоефективність.

Аннотация. С помощью разработанного алгоритма и программного продукта установлена зависимость пропускной способности газовой сети от количества газорегуляторных пунктов. Объектом исследования стали системы газоснабжения низкого давления населенных пунктов.

Для исследования пропускной способности газовой сети расчет проводился для различных вариантов величины избыточного давления газа на выходе газорегуляторных пунктов и разного количества источников газа. В результате получили значение пропускной способности газовой сети в зависимости от значения избыточного давления газа на выходе ГРП.

Возможность изменения фактических параметров системы газоснабжения позволяет адаптировать программный продукт для любых систем газоснабжения и проводить многовариантные расчеты с целью получения эксплуатационных параметров работы участков сети, пропускной способности системы газоснабжения.

Ключевые слова: газовая сеть, газорегуляторный пункт, расход, пропускная способность, энергоэффективность.

Summary. Using the algorithm and software installed dependence on gas network bandwidth on the number of gas distribution plants. The object of the research was system of low pressure gas settlements.

To investigate the capacity of the gas network calculation is performed for different size options overpressure gas output gas control point and different amounts of gas supply sources. As a result, the value obtained gas network bandwidth depending on the size of the excess gas pressure at the outlet fracturing.

Ability to change the actual parameters of the gas supply system makes it possible to adapt the software to any mains and conduct multivariate calculations to obtain the operating parameters of the sections of the network, bandwidth supply system.

Keywords: gas network, gas control point, flow rate, flow capacity, energy efficiency.

На сьогоднішній день Україна є головним транзитером природного газу до європейських ринків та основним його споживачем. Її газотранспортна система є другою за розмірами в Європі після Росії й однією з найбільших у світі. Забезпечення внутрішніх споживачів природним газом здійснюється газовими мережами (з надлишковим тиском до 1,2 МПа), довжина яких становить 349,2 тис. км.

Газодинамічні процеси, що протікають в газових мережах є складними з точки зору їх математичного моделювання. Це пояснюється надзвичайно складною геометричною структурою, наявністю шляхових та значних точкових відборів газу, а також широкому використанню металевих та неметалевих сортamentів труб. Це все ускладнює достовірність проведення проектних та експлуатаційних розрахунків, що ставить під сумнів надійність та безаварійність експлуатації такого роду систем.

Сучасні системи газопостачання проектується з використанням комп'ютерної техніки, що дає ряд переваг. Однією з основних таких переваг є економія робочого часу інженерів на всіх етапах проектування. Також точність розрахунку при використанні сучасних програм досягає максимального рівня. Для забезпечення такої точності не достатньо використовувати тільки комп'ютер. Необхідно спочатку розробити спеціальну методику розрахунку газових мереж.

Розроблена методика [1, с. 238–239] призначена для проведення експлуатаційних гідравлічних розрахунків газових мереж низького тиску кільцевої структури, яка складається з будь-якої кількості контурів (кілець). Кожний контур складається з довільної кількості ділянок низького тиску. Кожний контур може мати ділянки, які межують з будь-яким іншим контуром.

При проектних та експлуатаційних розрахунках кільцевих газових мереж однією із складних і трудомістких операцій є визначення розрахункових витрат газу для ділянок. Особливо це завдання ускладнюється за відсутності в розрахунковій схемі кільцевої газової мережі умовних тупиків.

З метою ідентифікації геометричної структури і напрямків руху газу в газовій мережі для кожної ділянки передбачено два індекси. Перший i показує номер точки початку ділянки, другий j показує номер точки кінця ділянки. При цьому приймаємо, що початок ділянки там, де газ входить, а кінець — там, де він виходить з ділянки. Для ідентифікації тупикових ділянок уведено коефіцієнт k_r , який приймається рівним нулю для тупикових ділянок і рівним одиниці для всіх інших ділянок.

Обчислювальний алгоритм передбачає автоматичний аналіз масивів індексів i та j з метою визначення для всіх ділянок газової мережі значень коефіцієнтів k_{ax} і $k_{вых}$. Це дає можливість із загального масиву ділянок відібрати ті, які безпосередньо зв'язані геометричною структурою із довільною n -ою ділянкою газової мережі.

Для проведення експлуатаційних розрахунків систем газопостачання населених пунктів низького тиску кільцевої структури розроблено програмне забезпечення GMNU. Обчислювальний алгоритм розроблений на мові Visual BASIC і реалізований макросом в середовищі Microsoft Excell. Програма за структурою циклічна, розгалужена, в ній реалізується метод послідовних наближень. Параметри ділянок вводяться і виводяться у вигляді двовірних масивів.

На рисунку 1 наведено вікно вхідних даних програми GMNU, де проводиться введення параметрів

Вихідні дані для розрахунку

| | |
|--|--------|
| Абсолютний тиск газу на початку газової мережі, Па | 104325 |
| Допустимі втрати тиску в мережі, Па | 1000 |
| Номер найбільш віддаленої точки | 16 |
| Похибка Кірхгофа для кілець, % | 1 |
| Кількість дворів в населеному пункті | 800 |

Склад газу в %

| | |
|-----------------|----|
| Метан | 96 |
| Етан | 1 |
| Пропан | 1 |
| Бутан | 0 |
| Пентан | 0 |
| Азот | 1 |
| Вуглекислий газ | 1 |

Кількість контурів 9

Прийняти

Кількість ділянок в контурі

| | |
|----------|---|
| Контур 1 | 4 |
| Контур 2 | 4 |
| Контур 3 | 4 |
| Контур 4 | 4 |
| Контур 5 | 4 |
| Контур 6 | 4 |
| Контур 7 | 4 |
| Контур 8 | 4 |
| Контур 9 | 4 |

Розрахунок

Набір стандартних діаметрів ділянок

| Сталеві труби | Поліетиленові труби |
|---------------|---------------------|
| 38x3 | 40x3,7 |
| 42,3x3,2 | 50x2,9 |
| 45x3 | 63x3,6 |
| 48x3,5 | 75x4,3 |
| 57x3 | 90x5,2 |
| 76x3 | 110x6,3 |
| 89x3 | 125x7,1 |
| 108x3 | 140x8 |
| 133x4 | 160x9,1 |
| 159x4,5 | 180x10,3 |
| 219x5 | 200x11,4 |
| 273x5 | 225x12,8 |
| 325x5 | 250x14,2 |
| 426x6 | 280x15,9 |
| | 315x17,9 |
| | 355x20,1 |
| | 400x22,7 |
| | 450x25,5 |
| | 500x28,4 |
| | 560x31,7 |
| | 630x35,7 |

Шорсткість

| | | | |
|-----|------|-----|-------|
| Ke= | 0,01 | Ke= | 0,002 |
|-----|------|-----|-------|

Рисунок 1. Вікно введення вихідних даних програми GMNU

складу газу, сортамент сталевих та поліетиленових газопроводів, геометричні та загальні параметри мережі.

Використання розробленої методики та програмного забезпечення **GMNU** при експлуатаційних розрахунках кільцевих систем газопостачання низького тиску населених пунктів дає змогу визначати аварійні режими роботи ділянок, що підвищує надійність експлуатації газової мережі. Можливість виявляти лімітуючі ділянки системи газопостачання дає змогу проводити модернізацію газової мережі з найменшими питомими техніко-економічними затратами.

Розроблене програмне забезпечення **GMNU** дає змогу проводити автоматизовані експлуатаційні розрахунки кільцевих газових мереж низького тиску довільної складності і конфігурації [2, с. 131–133]. Можливість зміни фактичних параметрів системи газопостачання дає змогу адаптувати програмний продукт для будь-яких систем газопостачання та проводити багатоваріантні розрахунки з метою отримання експлуатаційних параметрів роботи ділянок мережі, пропускної здатності системи газопостачання [3, с. 211–212], наявності лімітуючих та аварійних ділянок.

Література

1. Ксеніч А. І. Методика розрахунку пропускної здатності газових мереж низького тиску кільцевої структури / А. І. Ксеніч // Тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Нафтогазова енергетика-2017» 15–19 травня 2017 р. — Івано-Франківськ, 2017. — с. 238–239.
2. Іванов О. В. Дослідження експлуатаційних параметрів роботи газової мережі низького тиску / О. В. Іванов, А. І. Ксеніч // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — Київ, 2017. — № 3(25). — с. 131–133.
3. Іванов О. В. Дослідження впливу кількості джерел постачання газу на пропускну здатність газової мережі низького тиску / О. В. Іванов // Тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Нафтогазова енергетика-2017» 15–19 травня 2017 р. — Івано-Франківськ, 2017. — с. 211–212.