

УДК 621.64.029

## **ВПЛИВ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ НА ФОРМУВАННЯ АРЕАЛУ ЙОГО ЗАГАЗОВАНOSTI ВИТОКАМИ З ГАЗОПРОВОДУ**

**Дрінь Н.Я.**

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42342,  
e-mail: [public@nung.edu.ua](mailto:public@nung.edu.ua)*

Дослідження фільтрації газу в пористому середовищі, викликане появою витоків з газопроводу, на математичних моделях дозволило встановити закономірності формування ареалу загазованості і визначити чинники, що мають найбільший вплив на характер процесу. До таких визначальних факторів слід віднести в першу чергу властивості ґрунту, зокрема величину його проникності, яка в свою чергу залежить від типу ґрунту, міри його ущільнення та вологості.

Метою даного дослідження є встановлення закономірностей впливу вологості ґрунту і міри його ущільнення на величину проникності для різних типів ґрунтів, що матиме практичне значення для вивчення характеру формування ареалу загазованості.

Дослідження проводились експериментальними методами шляхом вимірювання перепаду тисків на досліджуваному зрізці ґрунту і витрати газу з наступною обробкою графіків на основі результатів вимірювань на основі лінійного закону фільтрації Дарсі. Експерименти проводились для різних типів ґрунтів (дерново-підзолистих, чорноземних, каштанових, болотних, солончакових, піщаних) при різних значеннях їх вологості і міри ущільнення. Вологість ґрунту визначалася масовим показником, тобто відношенням маси води, що додавалася до сухого ґрунту, до його маси. Щільність ґрунтів визначалася тиском, яким оброблявся зрізець перед дослідом.

В результаті проведення експериментів для кожного типу ґрунту побудовано графічні залежності проникності пористого середовища від вологості та міри ущільнення. Обробка отриманих на основі методики раціонального планування експерименту з застосуванням лінійної кореляції дозволила отримати емпіричні моделі, використання яких в комплексі з результатами аналітичних досліджень дозволить прогнозувати процес формування ареалу загазованості ґрунту, що матиме практичне значення в задачах діагностування малих аварійних витоків газу з підземних газопроводів.

УДК 622.692.4

## **ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ТА НАПРЯМКИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ**

**І.Р.Михайлюк, Г.І.Левицька, Т.О.Ваврик**

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 49358*

Найважливішою функцією газотранспортної системи України є забезпечення необхідних обсягів транспортування газу і безперебійного постачання природного газу споживачам. При проектуванні, будівництві, експлуатації, реконструкції та модернізації газотранспортної системи, її основних об'єктів і енерготехнологічного обладнання, що використовується, вирішуються завдання підвищення надійності експлуатації газотранспортної системи (ГТС) і зниження енергетичних витрат при магістральному транспорті природного газу.

Серед безлічі проблем, що стоять перед газовою промисловістю і, в значній мірі, що визначають перспективи її подальшого розвитку, зниження енерговитрат на власні потреби і, зокрема, при магістральному транспорті природного газу є однією з основних проблем.

Підвищення надійності та зниження енерговитрат при магістральному транспортуванні природного газу можливе на основі вирішення комплексу енерготехнологічних завдань

транспортування природного газу на стадії проектування, будівництва, експлуатації, реконструкції і модернізації основних об'єктів магістральних газопроводів (МГ).

В технологічних процесах видобутку, транспортуванні та переробки газу в нашій країні витрачається близько 10% від видобутого природного газу, а також великі обсяги електричної і теплової енергії. Крім того, перехід в сучасних умовах ряду газопроводів ГТС країни на режими експлуатації зі зменшеним завантаженням також позначився на зниженні її енергоефективності, що вимагає проведення спеціальних заходів щодо зниження енергоємності транспорту газу в нових умовах.

В документі “Енергетична стратегія України на період до 2030 р.” впровадження нових технологій, сучасних систем контролю, транспортування та споживання енергетичних продуктів є основним із механізмів вирішення проблеми енергозбереження [1].

Як показує аналіз ресурсів енергозбереження, за рахунок зниження енерговитрат при транспортуванні газу може бути отримано значний обсяг енергозбереження в галузі [2,3].

При системному підході кожен газопровід розглядається у взаємодії з іншими. Провідною і маловитратною статтею зниження експлуатаційних витрат при магістральному транспортуванні природного газу є оптимізація технологічних режимів основних об'єктів газотранспортної системи (ГТС).

На стадії експлуатації газопроводів, з метою зниження енерговитрат при транспортуванні природного газу, необхідно розглядати наступні енерготехнологічні завдання:

- оптимізація та раціональне регулювання режимів роботи технологічних ділянок газопроводів, основних об'єктів та систем, що входять в них, із застосуванням сучасних оптимізаційних програмно-обчислювальних комплексів;
- енергетично раціональний розподіл навантаження між компресорними станціями (КС);
- визначення енергетичної доцільності відключення компресорних цехів і КС при неповному завантаженні технологічних ділянок МГ;
- оптимізація тиску і температури на виході КС;
- визначення способів збільшення пропускної здатності газопроводів;
- енергетично обгрунтований розподіл навантаження між ГПА в системах компримування КС;
- раціональне регулювання режимів роботи ГПА в системах компримування компресорних станцій;
- раціональне регулювання апаратів повітряного охолодження (АПО) в системі охолодження КС;
- регулювання режимів роботи систем очищення природного газу на КС;
- розробка і реалізація методів утилізації відпрацьованих продуктів згоряння ГПА;
- використання перемичок між нитками багатониткових газопроводів;
- використання перемичок між цехами КС.

Аналіз комплексу енерготехнологічних завдань транспортування природного газу показує, що значна їх частина пов'язана з роботою систем компримування КС. Це пов'язано з тим, що понад 80% енергетичних витрат при магістральному транспортуванні природного газу припадає саме на системи компримування, і тому коректні рішення задач формування і реконструкції систем компримування КС технологічних ділянок МГ, регулювання експлуатаційних режимів роботи цих систем, вибору, модернізації та регулювання режимів роботи ГПА у цих системах можуть призвести до суттєвих результатів з енергозбереження при транспортуванні природного газу.

Створення методики і програми енергетичного обстеження систем компримування природного газу вимагає вирішення комплексу енерготехнологічних завдань і розробки системи критеріїв зіставлення енергетичної ефективності їх роботи, що можливо тільки на основі аналізу і вибору коректних математичних моделей процесів, які відбуваються в системах компримування, теплотехнічного забезпечення розрахунку цих процесів, аналізу можливих енергозберігаючих заходів і методики техніко-економічного зіставлення та вибору найбільш раціонального методу з урахуванням технічного стану енерготехнологічного обладнання.

На стадії експлуатації газопроводів доцільно використовувати наступні енергозберігаючі заходи:

- оптимізація експлуатаційних режимів технологічних ділянок магістральних газопроводів, КС та їх основних систем із застосуванням сучасних програмно-обчислювальних комплексів;
- підвищення якості робіт з технічного обслуговування і ремонту обладнання КС та газопроводів.

Основною і, що особливо важливо, маловитратною статтею експлуатаційних енергозберігаючих заходів можна вважати оптимізацію технологічних режимів ділянок МГ, КС, основних систем та енерготехнологічного обладнання КС. Ефект від оптимізації режимів роботи технологічних ділянок МГ, КС, основних систем та енерготехнологічного обладнання КС залежить від режимів роботи газопроводу, числа та умов регулювання.

#### **Література**

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Схвалено [розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 1071-р](#). – 166 с.
2. Говдяк Р. М. Підвищення енергоефективності газотранспортної системим / Р. М. Говдяк // Трубопровідний транспорт. – 2011. – № 5(71). – С. 18–19.
3. Пужайло А. Ф. Энергоснабжение и автоматизация энергооборудования компрессорных станций / А. Ф. Пужайло, Е. А. Спиридонович, В. Н. Воронцов. – Н-Новгород, 2010. – 560 с.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНОЇ КАРТИНИ РУХУ ГАЗОВИХ ПОТОКІВ ТРІЙНИКАМИ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ**

**Дорошенко Я. В., Марко Т. І., Дорошенко Ю. І.**

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422)42157,  
e-mail: [ya.doroshenko@nung.edu.ua](mailto:ya.doroshenko@nung.edu.ua)

*CFD моделюванням та експериментально досліджено рух газового потоку трійниками магістральних газопроводів. Дослідження виконувались для різних схем руху газу (газ рухається магістраллю трійника і з магістралі направляється у відвід трійника; газ рухається відводом трійника і з нього спрямовується у магістраль трійника, в якій частина газового потоку перетікає в одну з сторін магістралі, а друга – в іншу; газ рухається відводом трійника і з нього спрямовується у одну з сторін магістралі трійника).*

*Розроблено методикау CFD моделювання руху однофазних та багатофазних потоків трійниками, ерозійного зношування трійників з застосуванням програмного комплексу ANSYS Fluent R17.0 Academic. Математична модель базується на розв'язанні системи рівнянь Нав'є-Стокса, нерозривності, руху дискретних фаз, рівняння Фінні, замкнених двопараметричною  $k-\varepsilon$  моделлю турбулентності Лаундера-Шарма з відповідними початковими та граничними умовами. Моделювання руху багатофазних потоків виконувалось Лагранжевим підходом (модель Discrete Phase Model).*

*Результати моделювання були візуалізовані в постпроцесорі програмного комплексу побудовою ліній течії, полів модуля швидкостей та тиску на контурах і в повздожних і поперечних перерізах, заливки модуля швидкостей та тиску в внутрішній порожнині трійників. Визначались точні значення швидкості, тиску в різних точках внутрішньої порожнини трійників. Виявлено місця виникнення конфузорних та дифузорних ефектів, вихорів, реверсного руху газу, “застійного склепіння”, відривання потоку газу від стінки досліджуваних трійників. Побудовано траєкторії руху крапель конденсату і твердих частинок трійниками в потоці природного газу, які забарвлювались в кольори, що відповідають швидкості та діаметру крапель і частинок відповідно до шкали значень. Виявлено місця інтенсивного ударяння дискретних фаз до стінки трубопроводу, місця інтенсивного ерозійного зношування стінки. Визначено швидкості, кути атаки, діаметри крапель конденсату та твердих частинок, їх концентрації на стінці в місці ударяння.*

*Для експериментального виявлення місць ерозійного зношування трійників їх внутрішня поверхня фарбувалась трьома шарами червоної фарби. Місце інтенсивного ерозійного зношування трійників визначались шляхом виявлення місць їх внутрішньої поверхні з видаленою двофазним потоком фарбою.*

*Такі результати відкривають можливості для оцінювання міцності трійників та визначення їх залишкового ресурсу.*

*Отримані результати є корисними для фахівців, які займаються обстеженням магістральних газопроводів.*