622.691.4
К86

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

КСЕНИЧ АНДРІЙ ІВАНОВИЧ

УДК 622.691.4

ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ТА ГІДРАВЛІЧНОЇ ЕНЕРГОВИТРАТНОСТІ ПОЛІЕТИЛЕНОВИХ ГАЗОВИХ МЕРЕЖ

05.15.13 – Трубопровідний транспорт, нафтогазосховища

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ – 2012

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор **Середюк Марія Дмитрівна**, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, завідувач кафедри транспорту і зберігання нафти і газу.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор **Тимків Дмитро Федорович**, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, завідувач кафедри інформатики (м. Івано-Франківськ);

кандидат технічних наук, **Степ'юк Михайло Дмитрович**, УМГ «Прикарпаттрансгаз» ДК «Укртрансгаз» НАК «Нафтогаз України», головний інженер (м. Івано-Франківськ).

Захист відбудеться «31» травня 2012 року о 13^{00} на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.04 в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою: 76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розісланий «25» квітня 2012 року.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради Д 20.052.04 к.т.н., доцент Л.Д. Пилипів

НТБ
ІФНТУНГ
an2262

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Окрім унікальної системи магістральних газопроводів, на теренах України функціонує на порядок більша за протяжністю система газових мереж населених пунктів. Вона служить для постачання природним газом побутових, комунальних та промислових споживачів. Ця система має складну геометричну конфігурацію, проходить в різноманітних топографічних умовах, характеризується різними величинами робочого тиску, передбачає використання труб із різного матеріалу. В останнє десятиріччя для газифікації населених пунктів України, окрім традиційних сталевих труб, почали широко застосовувати поліетиленові газопровідні труби. Основні відмінності сталевих і поліетиленових газових мереж полягають в особливостях газодинамічних процесів, які супроводжують рух газу, що впливає на гідравлічну енерговитратність і пропускну здатність системи газопостачання. Наявні на сьогодні методи прогнозування технологічних та енергетичних параметрів експлуатації поліетиленових газових мереж базуються на використанні газодинамічних математичних моделей, одержаних дослідним шляхом у випадку руху рідини і газу в сталевих трубах. Автоматичне перенесення закономірностей руху газу в сталевих трубах на поліетиленові труби призводить до суттєвих похибок і не дає можливості адекватно прогнозувати режим їх експлуатації.

Другим чинником, що суттєво впливає на енерговитратність і пропускну здатність систем розподілу газу, є додаткові втрати енергії на подолання газом різниці геодезичних позначок траси. Існуючі на сьогодні методи не передбачають урахування даного чинника при розрахунках зовнішніх газових мереж, що призводить до неточного прогнозування проектних та експлуатаційних параметрів систем газопостачання населених пунктів. Ось чому сьогодні одним із важливих завдань у сфері розподілу газу є прогнозування фактичної енерговитратності та пропускної здатності газових мереж з урахуванням закономірностей газодинамічних процесів руху газу в поліетиленових газопроводах та додаткового впливу особливостей профілю траси.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до положень «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року», схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України №145-р від 15.03.2006 р., «Програми енергозбереження на підприємствах НАК «Нафтогаз України» на 2008-2012» та держбюджетної НДР «Удосконалення технологічних процесів транспортування, зберігання та розподілу нафти, нафтопродуктів і газу».

Мета і задачі дослідження. Розробка методів прогнозування пропускної здатності та гідравлічної енерговитратності поліетиленових газових мереж населених пунктів.

Поставлена мета реалізується через вирішення таких задач:

- встановлення кількісних показників зменшення гідравлічної енерговитратності транспортування газу у поліетиленових газових мережах у рамках існуючих газодинамічних підходів;

–виявлення ступеня впливу профілю траси на енерговитратність газових мереж низького тиску;

–встановлення закономірностей газодинамічних процесів, що супроводжують рух газу в поліетиленових газових мережах низького та середнього тиску;

–розробка аналітичних залежностей для коефіцієнта гідравлічного опору поліетиленового газопроводу для різних режимів руху газу;

–реалізація одержаних моделей у методах прогнозування пропускної здатності поліетиленових газових мереж з урахуванням їх гідравлічної енерговитратності, впливу профілю траси та умов навколишнього середовища.

Об'єктом досліджень є газові мережі систем газопостачання населених пунктів України.

Предметом досліджень є газодинамічні процеси, що супроводжують рух газу в поліетиленових та сталевих газових мережах.

Методи дослідження. Обробка результатів експериментальних досліджень виконана з використанням методів статистичного аналізу. При розробці математичних моделей стаціонарного руху газу у кільцевих та розгалужених газових мережах використовувались методи диференціального та інтегрального числення, а також методи математичного моделювання, які реалізовані у комп'ютерних програмах.

Положення, що захищаються. Закономірності газодинамічних процесів руху газу в поліетиленових газопровідних трубах і взаємозв'язок профілю траси та енерговитратності газових мереж населених пунктів.

Наукова новизна отриманих результатів. У дисертаційній роботі в результаті виконання експериментальних та теоретичних досліджень вперше:

- виявлені чинники і ступінь зменшення енерговитратності транспортування газу в газових мережах при використанні поліетиленових труб замість сталевих;
- встановлені закономірності взаємодії потоку газу і внутрішньої поверхні поліетиленового газопроводу низького тиску, що спричинюють особливості законів внутрішнього тертя;
- виявлені границі дії різних законів тертя, що відповідають ламінарному, критичному та турбулентному режимам руху газу в поліетиленових газопроводах;
- встановлені закономірності впливу профілю на енерговитратність та пропускну здатність газових мереж низького тиску.

Практична цінність отриманих результатів:

- розроблені методика та програмне забезпечення для порівняння гідравлічної енерговитратності сталевих і поліетиленових газових мереж високого, середнього і низького тиску;
- одержані аналітичні вирази для коефіцієнта гідравлічного опору залежно від режиму руху газу в поліетиленових газових мережах низького та середнього тиску;
- запропонована уточнена методика визначення пропускної здатності поліетиленових газових мереж з урахуванням результатів експериментальних досліджень їх енерговитратності;
- розроблені рекомендації щодо реконструкції підземних сталевих трубопроводів низького тиску шляхом протягування в них поліетиленових труб; запропоновані значення діаметрів ділянок і величина робочого тиску, які забезпечують повне збереження пропускної здатності газових мереж;

- створені номограми для проектних та експлуатаційних розрахунків поліетиленових газових мереж низького і середнього тиску;

- розроблений спосіб виявлення несанкціонованого урізування в газові мережі населених пунктів, що зменшує втрати газу та енерговитратність газопостачання.

Особистий внесок здобувача. Основні положення та результати дисертаційної роботи одержані автором самостійно. В опублікованих роботах автором особисто:

- запропонована модифікація формули Колбрука з метою застосування її для оцінювання гідравлічної енерговитратності газових мереж населених пунктів [1];

- досліджений вплив матеріалу труб на гідравлічний опір газової мережі, одержані залежності для оцінювання енерговитратності поліетиленових труб [2];

- доведена необхідність урахування профілю траси на пропускну здатність та енерговитратність зовнішніх газових мереж низького тиску [3,4];

- розроблений метод оцінювання впливу особливостей профілю траси на газодинамічні процеси руху газу в газових мережах низького тиску [5];

- розроблена методика проведення експериментальних досліджень гідравлічної енерговитратності поліетиленових газових мереж [6,7];

- запропонована методика математичної обробки результатів експериментальних досліджень енерговитратності поліетиленових газових мереж, одержані математичні моделі для коефіцієнта гідравлічного опору [8,9];

- запропонований спосіб визначення місця несанкціонованого урізування у газові мережі населених пунктів [10].

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертації доповідались та обговорювались на:

- Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених «Техніка і прогресивні технології в нафтогазовій інженерії» (м. Івано-Франківськ, 2008);

- Міжнародній науково-технічній конференції «Нафтогазова енергетика: проблеми та перспективи» (м. Івано-Франківськ, 2009);

- V Міжнародній навчально-науково-практичній конференції «Трубопроводный транспорт-2009» (м. Уфа, 2009);

- VI Міжнародній навчально-науково-практичній конференції «Трубопроводный транспорт-2010» (м. Уфа, 2010);

- Міжнародній науково-технічній конференції «Нафтогазова енергетика-2011» (м. Івано-Франківськ, 2011);

- VII Міжнародній науково-технічній конференції «Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта» (м. Новополоцьк, 2011).

У повному об'ємі результати досліджень доповідались на засіданні кафедри транспорту і зберігання нафти і газу ІФНТУНГ та науковому семінарі факультету нафтогазопроводів зазначеного університету.

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 10 друкованих праць, із них 5 у фахових виданнях та 1 патент.

Структура та обсяг роботи. Дисертація викладена на 185 сторінках, складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, 53 рисунків, 25 таблиць, списку використаних джерел, який містить 121 найменування, та 2 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі наведено характеристику сучасної системи газопостачання України та аналіз літературних джерел з питань прогнозування пропускної здатності та енерговитратності сталевих та поліетиленових газових мереж.

Сьогодні Україна є не тільки основним транзитером російського газу, а й одним з найбільших його споживачів. Так, у 2010 році внутрішніми споживачами України спожито 58 млрд. м^3 газу, що складає 38 % від загального обсягу споживання енергоресурсів. Важливе значення для широкого впровадження поліетиленових труб в системах газопостачання України має створення сучасної нормативної бази. З 2010 р. введені у дію Державні будівельні норми України «Газопроводи з поліетиленових труб» (ДБН В.2.5-41: 2009). Цей документ регламентує правила проектування та будівництва газопроводів із поліетиленових труб з максимальним робочим тиском не більше 1,0 МПа.

Наукові засади трубної газової динаміки були закладені ще в першій половині двадцятого століття такими видатними вченими як Прандтль, Карман, Нікурадзе, Колбрук та інші. Значний внесок у дослідження газодинамічних процесів в магістральних газопроводах внесли такі науковці як Боровський С.А., Щербаков С.Г., Яковлєв Е.І., Лур'є М.В., Житкова М.О., Капцов І.І., Грудз В.Я., Тимків Д.Ф., Ковалко М.П. та їхні численні учні. Гідравлічний розрахунок газових мереж базується на використанні відомих рівнянь газової динаміки, які пов'язують між собою геометричні характеристики трубопроводу, фізичні властивості газу, параметри режиму руху газу і втрати енергії, які при цьому виникають.

Не дивлячись на спільну з магістральними газопроводами теоретичну базу, газові мережі населених пунктів мають низку особливостей, які пояснюються відносно невеликими витратами газу, наявністю значних шляхових відборів газу, малими значеннями тиску газу і надзвичайно складною геометричною структурою.

Аналіз існуючих літературних джерел показав, що переважна більшість робіт стосується досліджень газодинамічних процесів магістрального транспорту газу і не ураховує особливості руху газу в газових мережах населених пунктів. Дослідження, проведені вченими Росії, Болгарії та Індії, засвідчили, що для визначення коефіцієнта гідравлічного опору поліетиленового газопроводу не можна використовувати загальноприйняті формули газової динаміки, оскільки вони одержані для сталевих труб у разі перекачування рідини і тому не здатні урахувати особливості взаємодії газу з внутрішньою поверхнею поліетиленової труби. Показана необхідність експериментальних досліджень особливостей газодинаміки поліетиленових газопроводів для різних режимів руху в широкому діапазоні завантаження. Для поліетиленових газових труб, виготовлених в Україні, експериментальні дослідження енерговитратності взагалі не виконувалися. Єдиними, близькими за тематикою, є роботи Михалківа В.Б. і Дорошенко Ю.І., присвячені впливу місцевих опорів на гідравлічну енерговитратність поліетиленових газових мереж.

Тому актуальним питанням сьогодення є дослідження енерговитратності поліетиленових газових мереж з метою розробки достовірних методів гідравлічних розрахунків та забезпечення енергоефективних режимів експлуатації систем газопоста-

чання. Виходячи із сучасного стану проблеми, сформульовано мету і задачі дисертаційної роботи.

Другий розділ присвячений виявленню чинників і ступеня їх впливу на зменшення енерговитратності транспортування газу в газових мережах при використанні поліетиленових труб замість сталевих.

У рамках стаціонарної моделі при спільному розв'язуванні рівняння руху, рівняння нерозривності потоку і рівняння стану реального газу за припущень, що відповідають умовам газових мереж низького тиску, можна одержати таку формулу для втрат тиску від тертя на ділянці

$$\Delta P = \lambda \frac{l}{D} \frac{w^2}{2} \rho, \qquad (1)$$

де l, D - довжина і внутрішній діаметр ділянки відповідно; w - середня швидкість руху газу на ділянці; ρ - середнє значення густини газу.

Формула (1) засвідчує, що гідравлічна енерговитратність газових мереж низького тиску безпосередньо залежить від значення коефіцієнта гідравлічного опору, який у свою чергу є складною функцією числа Рейнольдса, матеріалу труби та стану її внутрішньої поверхні.

Зазвичай, коефіцієнти гідравлічного опору трубопроводів розраховуються за формулами емпіричного походження. Більша їх частина отримана за результатами дослідів при перекачуванні води в сталевих трубопроводах, і не доведено їх адекватність для газоподібного середовища. Згідно з чинним нормативним документом ДБН В.2.5-20-2001 незалежно від матеріалу труби коефіцієнт гідравлічного опору слід визначати за степеневою формулою Альтшуля. При цьому не враховується ступінь розвиненості турбулентного режиму та формування в трубопроводі тієї чи іншої зони тертя. Правомірність такого підходу стосовно сталевих газових мереж лише частково обґрунтована. Що стосується поліетиленових газових мереж, то можна констатувати повну відсутність обґрунтування застосування формули Альтшуля та їй подібних для прогнозування пропускної здатності та енерговитратності систем газопостачання населених пунктів.

Нами виконані теоретичні дослідження закономірностей зменшення гідравлічної енерговитратності системи газопостачання в разі заміни сталевих труб на поліетиленові в рамках нормативних підходів до їх гідравлічного розрахунку. Методом комп'ютерного моделювання за розробленою програмою виявлений вплив діаметра, ступеня завантаження газопроводу, а також температури газу на кількісні показники зменшення енерговитратності транспортування газу в газових мережах у разі використання замість сталевих поліетиленових труб.

Дослідження засвідчили, що ступінь зменшення гідравлічної енерговитратності залежить від режиму руху газу та внутрішнього діаметра газопроводу. За результатами досліджень побудовані графічні залежності (див. рисунок 1).

Методом математичного моделювання для поліетиленових газових мереж будь-якого тиску одержані узагальнені залежності зменшення гідравлічної енерговитратності (відсотки) як функція номінального діаметра і числа Рейнольдса у такому вигляді

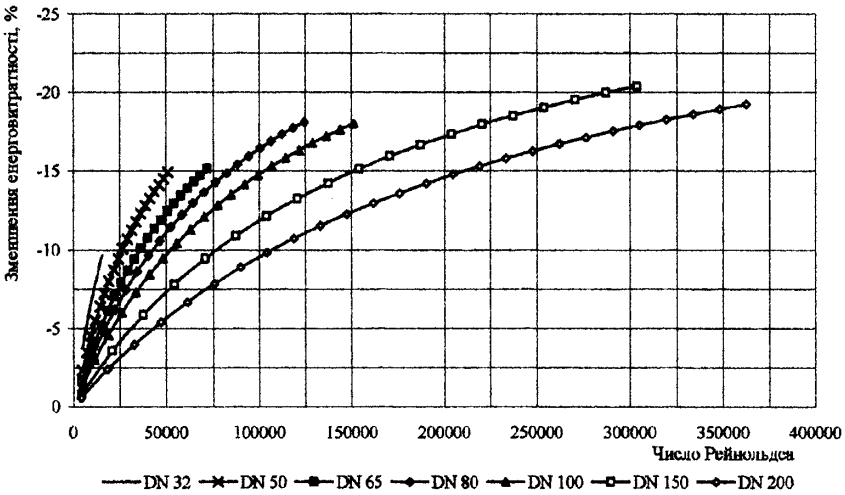


Рисунок 1 –Зменшення енерговитратності транспортування газу залежно від числа Рейнольдса за низького тиску у разі використання поліетиленових труб

$$\delta_e = A \cdot \ln Re + B \ , \tag{2}$$

де A, B - коефіцієнти, значення яких залежать від робочого тиску газу і номінального діаметра труби; наприклад, для газопроводів низького тиску одержано:

$$A = -3{,}429 - 0{,}0689 D_N + 0{,}0004 D_N^2 - 7 \cdot 10^{-7} D_N^3, \tag{3}$$

$$B = 19{,}478 + 0{,}8171 D_N - 0{,}0043 D_N^2 + 7 \cdot 10^{-6} D_N^3. \tag{4}$$

Як зазначалося вище, другим чинником, який визначає загальну енерговитратність транспортування газу в газових мережах, є втрати енергії на подолання газом профілю траси, тобто різниці геодезичних позначок. Чинні норми технологічного проектування передбачають урахування профілю траси газопроводів виключно при гідравлічних розрахунках внутрішніх газових мереж будівель на основі формули

$$\Delta P_{zc} = g(h_n - h_k)(\rho_{повн} - \rho_n), \tag{5}$$

де g - прискорення сили тяжіння; h_n, h_k - геодезична позначка початку і кінця ділянки газопроводу відповідно; $\rho_{повн}, \rho_n$ - густина повітря і газу за нормальних умов.

Як засвідчили розрахунки, ця спрощена лінійна залежність дає адекватні результати лише при різниці геодезичних позначок до 10 м. Залежність тиску газу від висоти більш точно можна описати так званою барометричною формулою, яка враховує вплив поля тяжіння Землі та тепловий рух молекул газу або повітря.

Зміна гідростатичного тиску на ділянці газопроводу низького тиску, спричинена значною різницею газових сталих природного газу і повітря, може бути записана через величини початкових і кінцевих тисків. Відповідно до молекулярно-кінетичної теорії, враховуючи реальні властивості природного газу, одержуємо таку формулу для зміни гідростатичного тиску на ділянці газопроводу низького тиску:

$$\Delta P_{гб} = (P_{n_г} - P_{n_{пов}}) - P_{n_г} \exp\left[\frac{g(h_n - h_к)}{z_г RT}\right] + P_{n_{пов}} \exp\left[\frac{g(h_n - h_к)}{R_{пов} T}\right], \qquad (6)$$

де $P_{n_г}, P_{n_{пов}}$ - абсолютний тиск газу і повітря на початку ділянки газових мереж; T - середня температура газу на ділянці газових мереж; $R, R_{пов}$ - газова стала газу і повітря; $z_г$ - середнє значення коефіцієнта стисливості природного газу на ділянці.

Нами запропоновано використовувати уточнену формулу (6) для врахування впливу профілю траси при гідравлічних розрахунках газових мереж низького тиску. За допомогою розробленої комп'ютерної програми виконані дослідження величини уточнення зміни гідростатичного тиску за рахунок використання замість спрощеної формули (5) запропонованої уточненої формули (6). У процесі комп'ютерного моделювання різницю геодезичних позначок початку і кінця ділянки газопроводу приймали у діапазоні від 10 до 500 м. Середню температуру газу на ділянці газопроводу змінювали від 0 до 30 °С. Для визначення доцільності застосування більш точних, але, у той же час, більш складних розрахункових формул, введено поняття відносного уточнення зміни гідростатичного тиску на ділянці газових мереж за умовою

$$\delta = \frac{(\Delta P_{гсб} - \Delta P_{гсс})}{\Delta P_{гсс}} 100, \% \qquad (7)$$

де $\Delta P_{гсб}$ - зміна гідростатичного тиску газу на ділянці, знайдена за барометричною формулою (6); $\Delta P_{гсс}$ - зміна гідростатичного тиску газу на ділянці, визначена за спрощеною формулою (5).

У результаті досліджень одержані графічні та аналітичні залежності відносного уточнення зміни гідростатичного тиску на ділянці газових мереж як функція середньої температури газу та різниці геодезичних позначок початку і кінця ділянки

$$\delta = A \cdot t + B, \qquad (8)$$

де A, B - коефіцієнти математичної моделі, значення яких залежать від різниці геодезичних позначок початку і кінця ділянки газової мережі низького тиску,

$$A = -5{,}78 \cdot 10^{-5}(h_n - h_к) - 0{,}313; \qquad (9)$$

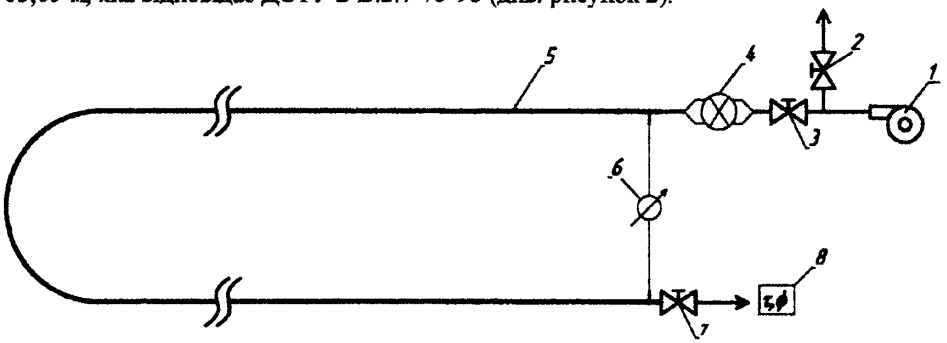
$$B = 9{,}336 \cdot 10^{-3}(h_n - h_к) - 4{,}280. \qquad (10)$$

Дослідження засвідчили, що похибка результатів у разі використання математичних моделей (8)-(10) не перевищує 2 %.

Для апробації запропонованого методу проведено проектний розрахунок типової газової мережі низького тиску сільського населеного пункту без урахування та з урахуванням впливу профілю траси ділянок мережі. Аналіз результатів розрахунків засвідчив, що урахування профілю траси суттєво впливає на проектні діаметри низки ділянок та на величину надлишкового тиску у характерних точках мережі.

Третій розділ присвячений експериментальним дослідженням газодинамічних процесів руху газу в поліетиленових газопроводах. Наявні на сьогодні роботи пропонують формули для коефіцієнта гідравлічного опору поліетиленової труби виключно для газових мереж високого тиску. Адекватні залежності для коефіцієнта гідравлічного опору поліетиленових газопроводів низького і середнього тиску можна одержати лише дослідним шляхом.

Основою експериментальної установки для дослідження енерговитратності поліетиленових газопроводів є поліетиленова труба діаметром 32х3 мм довжиною 63,65 м, яка відповідає ДСТУ Б В.2.7-73-98 (див. рисунок 2).



1 – відцентровий компресор; 2,3,7 - сферичні крани DN 20; 4 – аналоговий давач витрати повітря AWM720P1; 5 – поліетиленовий газопровід 32х3 мм; 6 – аналоговий давач диференційного перепаду тиску повітря MPX5010DP; 8 – цифровий давач температури повітря і відносної вологості SHT15

Рисунок 2 – Принципова схема експериментальної установки для дослідження трубопровідної газодинаміки поліетиленових газопроводів

Робочим середовищем було повітря. Для зменшення пульсацій тиску і витрати повітря використаний компресор відцентрового типу. Для визначення витрати робочого середовища в експериментальній установці передбачено аналоговий давач витрати AWM720P1 фірми Honeywell (США). Вимірювання перепаду тиску в газопроводі проводилося за допомогою сучасного аналогового давача диференційного перепаду тиску MPX5010DP фірми Freescale Semiconductor (США). Для визначення температури повітря і його відносної вологості використовувався цифровий давач SHT15 фірми Sensirion (Швейцарія). Перетворення аналогових сигналів з давачів MPX5010DP та AWM720P1 здійснено за допомогою 22-х бітних аналогово-цифрових перетворювачів з джерелами високоточної взірцевої напруги. Для передачі цифрової інформації від давачів на персональний комп'ютер розроблено мікроконтролерний блок керування.

Протягом 2010-2011 років проведені багатосерійні експериментальні дослідження енерговитратності поліетиленових газопроводів низького тиску в діапазоні витрат, що відповідає робочим умовах в системах газопостачання населених пунктів. Оскільки у процесі проведення експериментів крок зміни витрати робочого середовища приймався дуже малим, то сумарна вибірка дослідних даних для ламінарного режиму руху газу становить n= 329, для вузького діапазону критичного режиму n=83, а для турбулентного режиму руху газу в зоні гідравлічно гладких труб n= 1246. Значна кількість дослідів дала змогу одержати достовірні результати моделювання гідравлічної енерговитратності поліетиленових газопроводів.

Для математичної обробки результатів експериментальних досліджень гідравлічної енерговитратності поліетиленових газопроводів низького тиску розроблена методика, яка враховує величину барометричного тиску, вологість та коефіцієнт стисливості робочого середовища. Результатами математичної обробки результатів експериментальних досліджень гідравлічної енерговитратності поліетиленових газопроводів є графічні залежності коефіцієнта гідравлічного опору поліетиленового газопроводу залежно від числа Рейнольдса, які описані аналітичними виразами як функція числа Рейнольдса.

За результатами обробки всієї множини експериментальних даних одержані узагальнені математичні моделі залежності коефіцієнта гідравлічного опору поліетиленового газопроводу низького тиску від числа Рейнольдса для ламінарного, критичного та турбулентного режиму руху газу в зоні гідравлічного гладких труб (рисунок 3).

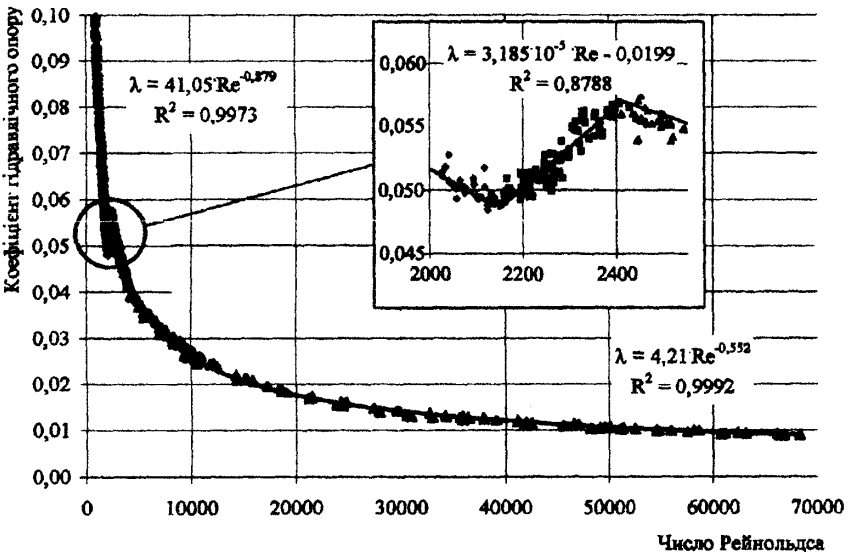


Рисунок 3 – Узагальнені результати математичного моделювання залежності коефіцієнта гідравлічного опору поліетиленового газопроводу низького тиску від числа Рейнольдса

За результатами експериментів виявлено, що перехід від ламінарного до критичного режиму руху газу в поліетиленовому газопроводі низького тиску відповідає критичному числу Рейнольдса Re_{k1} =2150. Перехід від критичного до турбулентного режиму руху газу відповідає критичному числу Рейнольдса Re_{k2} =2400.

Коефіцієнт гідравлічного опору поліетиленового газопроводу низького тиску може бути розрахований за такими формулами:

для ламінарного режиму руху $\lambda = 41{,}05 \cdot Re^{0{,}879}$; (11)

для критичного режиму руху $\lambda = 3{,}185 \cdot 10^{-5}\, Re - 0{,}0199$; (12)

для турбулентного режиму

в зоні гідравлічно гладких труб $\lambda = 4{,}21 \cdot Re^{-0{,}552}$. (13)

Одержані математичні моделі коефіцієнта гідравлічного опору поліетиленових газопроводів мають високу ступінь вірогідності апроксимації, що свідчить про їх достовірність. Виконано співставлення фактичної та розрахованої за існуючими методами енерговитратності поліетиленових газопроводів. Встановлено, що відносна різниця значень залежить від режиму руху газу і змінюється від 0 % для числа Рейнольдса 5000 до 60 % для числа Рейнольдса 70000.

Таким чином, експерименти засвідчили абсолютну непридатність існуючих моделей коефіцієнта гідравлічного опору для визначення втрат тиску при перекачуванні природного газу в поліетиленових газових мережах низького тиску.

Слід відзначити, що окрім експериментів на низькому тиску проведено кілька серій дослідів у разі руху газу при середньому тиску. Витрати робочого середовища в модельному газопроводі відповідали умовам завантаження газових мереж середнього тиску сільських населених пунктів України, тобто діапазону чисел Рейнольдса від 30000 до 70000. Як слід було чекати, одержані моделі для коефіцієнта гідравлічного опору поліетиленових газопроводів середнього тиску практично не різняться, від тих, що знайдені для поліетиленових газопроводів низького тиску.

Згідно з вимогами ДБН В.2.5-20-2001 абсолютна еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні поліетиленового газопроводу приймається рівною 0,002 см. Аналогічний нормативний документ Російської Федерації пропонує зовсім інше значення, рівне 0,0007 см. Таке розходження значень свідчить, що достовірна величина шорсткості поліетиленових газових труб не відома широкому загалу учених.

У цьому зв'язку велике значення має робота групи вчених з Бельгії та Голландії, які в 1997 році за допомогою сучасного атомно-силового мікроскопа NanoScope III провели дослідження структури поверхні поліетиленових газопроводів високої щільності, виготовлених методом екструзії з подальшим охолодженням, що відповідає технології виготовлення поліетиленових труб в Україні. За результатами дослідження одержані унікальні знімки мікроповерхні поліетиленового зразка. Нами розроблено програмне забезпечення ScanProf, яке дає змогу, використовуючи знімки атомно-силового мікроскопа, побудувати профіль поверхні в довільному перерізі. Аналіз отриманих результатів засвідчив, що в структурі поверхні поліетилену переважають практично рівні площадки та заокруглені виступи, що якісно відрізняються від характеру виступів шорсткості сталевих труб. Зазначені відмінності спричинюють

ють особливості взаємодії потоку газу з внутрішньою стінкою поліетиленової труби, що знайшло відображення в особливостях прояву законів тертя та математичних моделях, що їх описують.

Відповідно до результатів досліджень, абсолютна шорсткість внутрішньої поверхні поліетиленової газової труби не може бути більша за $0{,}9 \cdot 10^{-4}$ см. Таким чином, виявлено, що фактичне значення абсолютної еквівалентної шорсткості поліетиленових газопроводів у 20 разів менше, рекомендованого чинним нормативним документом. Малі значення абсолютної і відносної шорсткості внутрішньої поверхні поліетиленових труб підтверджують наявність зони гідравлічно гладких труб в газових мережах низького і середнього тиску для чисел Рейнольдса до 70000. Більше того, аналіз номограм Моуді для розрахунку коефіцієнта гідравлічного опору дає змогу прогнозувати, що гідравлічна гладкість поліетиленових труб низького і середнього тиску буде збережена при числах Рейнольдса до 300000-400000.

Четвертий розділ присвячений реалізації розроблених математичних моделей. Результати теоретичних та експериментальних досліджень закономірностей газодинамічних процесів руху газу в поліетиленових газових мережах реалізовані в уточнених методах прогнозування пропускної здатності та енерговитратності систем газопостачання населених пунктів.

Розроблена уточнена методика гідравлічного розрахунку газової мережі низького тиску довільної конфігурації, яка дає змогу урахувати фактичну енерговитратність поліетиленових газопроводів, вплив профілю траси та температуру навколишнього середовища. Методика реалізована в програмному комп'ютерному забезпеченні. Для апробації проведений розрахунок типової газової мережі низького тиску сільського населеного пункту за нормативною та пропонованою методиками. Результати розрахунку засвідчили суттєву відмінність проектних діаметрів деяких ділянок і значень тиску біля споживачів. Техніко-економічний розрахунок конкуруючих варіантів показав, що при реалізації варіанта, розрахованого за уточненою методикою, капіталовкладення у будівництво системи газифікації села зменшуються на 18 %.

Оскільки фактична енерговитратність поліетиленових труб менша за нормативну, запропоновано метод коригування проектних параметрів поліетиленових газопроводів низького тиску. В основу методу покладено можливість укладання послідовно труб різного діаметра – частину ділянки довжиною $l - x$ із труб з базовим внутрішнім діаметром D_1, решту довжиною x – із труб з найближчим меншим стандартним значенням внутрішнього діаметра D_2 за умови забезпечення заданого значення енергетичного параметра - гідравлічного нахилу I. Для характеристики ефективності запропонованого методу уведено поняття відносної довжини поліетиленової труби із найближчим меншим стандартним внутрішнім діаметром

$$\delta_l = \frac{x}{l}. \qquad (14)$$

У результаті спільного розв'язування рівняння балансу енергії одержана формула для визначення відносної довжини ділянки δ_l із скоригованим діаметром

$$\delta_l = \frac{(D_1^{5-m} - D_k^{5-m})}{(D_1^{5-m} - D_2^{5-m})} \cdot \left(\frac{D_2}{D_k}\right)^{5-m}, \qquad (15)$$

де D_k - розрахований необхідний внутрішній діаметр поліетиленової труби;

m - коефіцієнт режиму руху, в зоні гідравлічно гладких труб $m = 0{,}552$.

Методом комп'ютерного моделювання виконано дослідження можливих змін проектних параметрів поліетиленових газопроводів низького тиску з урахуванням їх фактичної гідравлічної енерговитратності. Дослідження проведено для всього сортаменту труб за різного ступеня їх завантаження. Результати оформлено у вигляді графічних та аналітичних залежностей частки довжини поліетиленової труби із найближчим меншим стандартним внутрішнім діаметром від гідравлічного нахилу для різних базових внутрішніх діаметрів труб (рисунок 4).

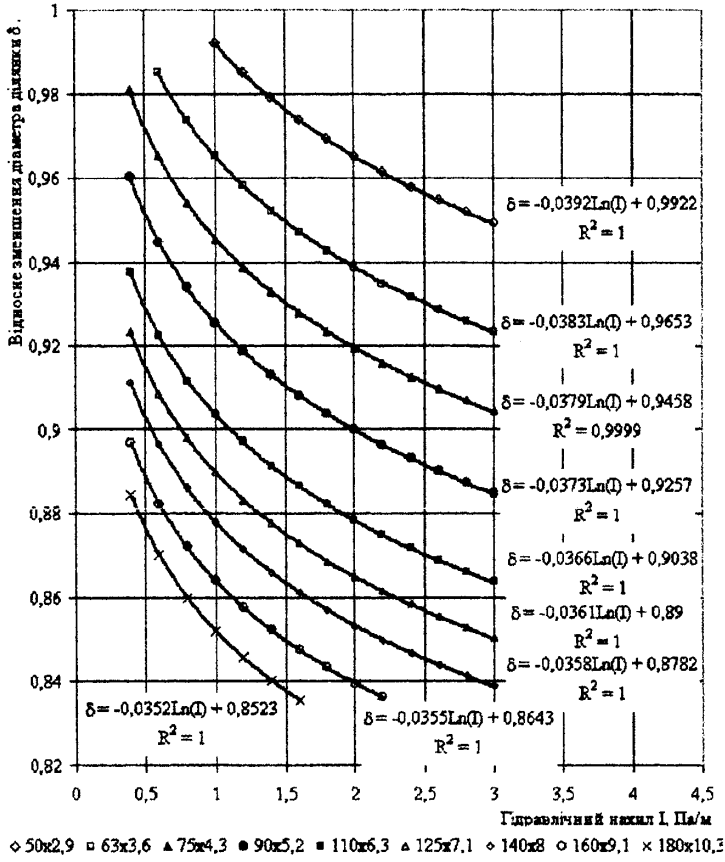


Рисунок 4 – Залежність відносного зменшення необхідного внутрішнього діаметра поліетиленового газопроводу низького тиску від гідравлічного нахилу

В останні роки при газифікації сільських населених пунктів широко використовують одноступеневі системи розподілу газу, що складаються із системи поліетиленових газопроводів середнього тиску. Розрахункові витрати газу у таких системах розподілу відносно невеликі, тому числа Рейнольдса для ділянок зазвичай не перевищують 60000-70000. За зазначених умов для оцінювання гідравлічної енерговитратності поліетиленового газопроводу середнього тиску можна застосовувати формулу (13) для коефіцієнта гідравлічного опору. Ступінь завантаження ділянки газової мережі середнього тиску характеризується енергетичним параметром A – втратами різниці квадратів початкового і кінцевого тисків на одиниці довжини.

Визначено, на скільки можуть бути змінені проектні параметри ділянки поліетиленової газової мережі середнього тиску, якщо замість нормативної методики розрахунку застосовувати запропоновані залежності. Критерієм порівняння варіантів вибрана рівність енергетичного параметра A. Результати досліджень оформлені у вигляді графічних і аналітичних залежностей для різного ступеня завантаження газових мереж. Проведений техніко-економічний розрахунок для типового сільського населеного пункту з населенням у 1000 жителів засвідчив, що економія коштів на придбання поліетиленових труб становить 26 тис. грн.

Однією із прогресивних технологій в газопостачанні України є реконструкція зношених підземних сталевих газопроводів із використанням їх як каркаса для протягання в них поліетиленових труб. ДБН В.2.5-41:2009 містить рекомендації щодо вибору діаметрів поліетиленових труб для реконструкції сталевих газопроводів. Виявлено, що при розробці зазначених рекомендацій ураховувалась лише технічна можливість розміщення поліетиленової труби меншого діаметра всередині порожнини сталевої труби більшого діаметра і не враховані аспекти збереження пропускної здатності газорозподільної мережі. Встановлено, що за незмінного робочого тиску виконання цих рекомендацій спричиняє зменшення пропускної здатності газопроводу від 40 до 85 % залежно від діаметра сталевого трубопроводу.

Нами запропоновано метод реконструкції систем газопостачання з збереженням пропускної здатності, що була до реконструкції, шляхом зміни робочого тиску в газовій мережі з низького на середній. Розроблено методику та програмне забезпечення, які дають змогу при відомому гідравлічному нахилу в сталевій газовій мережі низького тиску визначити необхідне значення енергетичного параметра A у поліетиленових газопроводах середнього тиску, яке забезпечить повне збереження пропускної здатності та виконання рекомендацій ДБН В.2.5-41:2009 щодо реконструкції (див. рисунок 5).

На практиці при проектуванні та експлуатації газових мереж населених пунктів широко використовується графоаналітичний метод гідравлічного розрахунку. Він базується на використанні номограм, які пов'язують між собою стандартні діаметри труб, витрату газу і параметр, що характеризує втрати енергії від тертя на одиниці довжини трубопроводу. Результати досліджень гідравлічної енерговитратності поліетиленових газопроводів дали змогу розробити номограми для гідравлічного розрахунку поліетиленових газових мереж низького та середнього тиску. Номограма розрахунку газових мереж низького тиску дає змогу прогнозувати пропускну здатність газопроводу залежно від його діаметра і величини гідравлічного нахилу. Номограма

розрахунку газових мереж середнього тиску дає змогу прогнозувати пропускну здатність газопроводу залежно від його діаметра і величини параметра *A*.

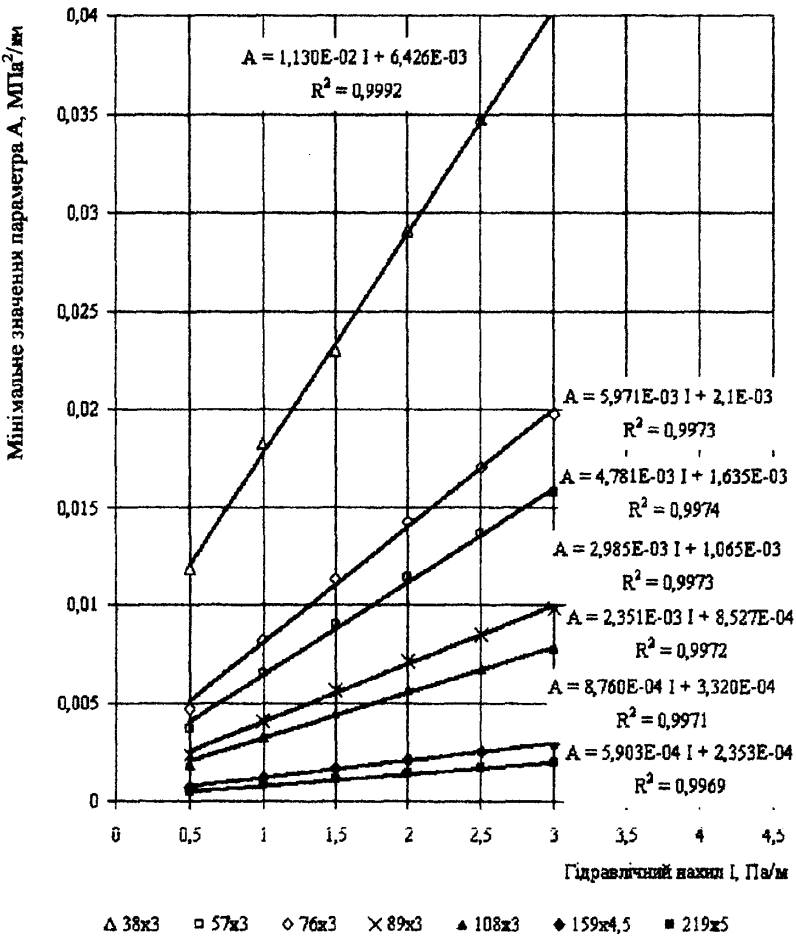


Рисунок 5 – Залежність мінімального значення параметра А в поліетиленовій трубі середнього тиску від гідравлічного нахилу в сталевій трубі низького тиску за умови збереження пропускної здатності

На ефективність та економічність експлуатації системи газопостачання населених пунктів України значний вплив має величина втрат природного газу при транспортуванні та реалізації. За даними підприємств з газопостачання України до 15 % від загального обсягу втрат при споживанні газу становлять втрати газу, пов'язані з несанкціонованим, самовільним підключенням споживачів до систем газопостачання населених пунктів.

Оперативне виявлення місця самовільного урізування в газову мережу дасть можливість суттєво зменшити величину втрат газу, що у свою чергу зменшить енерговитратність експлуатації системи газопостачання.

Запропонований спосіб виявлення місць урізувань в газопроводи населених пунктів, який полягає у створенні акустичних коливань ударником, змонтованим на еластичному поршні, що рухається в порожнині укладеної у грунт труби. Акустичний сигнал приймають акустичним приймачем, що контактує з поверхнею трубопроводу, а координату врізування визначають за витратою, тиском газу та його температурою. Даний спосіб захищений патентом України.

За результатами дисертаційної роботи розроблена і затверджена «Комплексна галузева методика розрахунку газових мереж із поліетиленових і сталевих труб». Пакет методик і комп'ютерних програм розрахунку газових мереж впроваджені у проектному інституті «Укргазпроект» (м. Київ) та ПАТ «Івано-Франківськгаз». Економічний ефект від впровадження результатів дисертаційної роботи для ПАТ «Івано-Франківськгаз» складає в середньому 2,8 тис. грн. на 1 км газової мережі низького тиску та 5,2 тис. грн. на 1 км газової мережі середнього тиску.

ВИСНОВКИ

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень вирішена наукова задача виявлення ефективності поліетиленових газових мереж з точки зору газодинамічних підходів, виконане кількісне оцінювання зменшення енерговитратності системи газопостачання у разі заміни сталевих труб на поліетиленові, встановлений взаємозв'язок між особливостями профілю траси, умовами навколишнього середовища і втратами енергії на транспортування газу; розроблений пакет методик і програм для прогнозування пропускної здатності та гідравлічної енерговитратності газових мереж, а саме:

1 Методом математичного моделювання встановлений взаємозв'язок між завантаженням газопроводу, діаметром, значеннями робочих тисків і температури та зменшенням гідравлічної енерговитратності поліетиленових газових мереж у разі їх використання замість сталевих. Встановлено, що в газових мережах низького тиску енерговитратність транспортування газу зменшується на 4 - 19 % , у газових мережах середнього або високого тиску на 6 - 31 % залежно від зазначених вище чинників.

2 Доведено, що урахування впливу профілю траси на енерговитратність газових мереж суттєво впливає на їх проектні та експлуатаційні параметри. При цьому змінюються як необхідні діаметри ділянок, так і закономірності зміни тиску газу в газовій мережі. Використання барометричної формули для врахування профілю траси дає можливість на 10-15 % уточнити результати гідравлічного розрахунку газових мереж низького тиску, що підвищує ефективність проектування та експлуатації систем газопостачання населених пунктів.

3 Експериментальні дослідження газодинамічних процесів руху газу в поліетиленових газових мережах виявили існування різних режимів руху, що відрізняються законом внутрішнього тертя. За чисел Рейнольдса, менших за 2150, має місце ламінарний режим руху, для чисел Рейнольдса від 2150 до 2400 - критичний режим

руху газу. Для чисел Рейнольдса від 2400 до 70000 має місце турбулентний режим руху газу в зоні гідравлічно гладких труб.

4 Експериментальні дослідження засвідчили непридатність існуючих моделей коефіцієнта гідравлічного опору для визначення втрат тиску в поліетиленових газових мережах низького і середнього тиску. Для степеневої формули Альтшуля, використання якої рекомендується чинним нормативним документом, відносна різниця розрахованих і фактичних значень коефіцієнта гідравлічного опору змінюється від $\delta = 0$ % для числа Рейнольдса Re =5000 до $\delta = 60$ % для Re = 70000.

5 Розроблений комплекс методів і комп'ютерних програм для прогнозування пропускної здатності та енерговитратності газових мереж населених пунктів з урахуванням особливостей газодинаміки поліетиленових труб, впливу профілю траси та умов навколишнього середовища. Встановлено, що при заміні сталевих труб на поліетиленові втрати енергії в середньому на 28 % менші від нормативних, що дає можливість передбачити укладання труб меншого діаметра. При цьому вартість системи газопостачання зменшується в середньому на 2,8 тис. грн. на 1 км газової мережі низького тиску та 5,2 тис. грн. на 1 км газової мережі середнього тиску. Розробки увійшли у комплексну галузеву методику і впроваджені в проектному інституті «Укргазпроект» та ПАТ «Івано-Франківськгаз».

Основний зміст роботи опубліковано у таких працях :

1. Ксенич А.І. Розрахунок газових мереж з використанням формули Колбрука / А.І. Ксенич // Нафтогазова енергетика. – 2007. – № 4(5). – С. 81– 85.
2. Ксенич А.І. Порівняння енерговитратності транспортування газу в сталевих і поліетиленових газопроводах систем газопостачання населених пунктів / А.І. Ксенич, М.Д. Середюк // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2009. – № 3(21). – С. 20–25.
3. Ксенич А.И. Совершенствование методов гидравлического расчета газовых сетей населенных пунктов / А.И. Ксенич, М.Д. Середюк // Трубопроводный транспорт-2009: материалы V Междунар. учебн.-науч.-практ. конф. – Уфа: УГНТУ, 2009. – С. 95–97.
4. Ксенич А.І. Урахування впливу профілю траси на результати гідравлічних розрахунків газових мереж населених пунктів/ А.І. Ксенич, М.Д. Середюк // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2010. – №1(34). – С. 138–143.
5. Середюк М.Д. Використання барометричної формули для врахування впливу профілю траси на результати гідравлічного розрахунку газових мереж / М.Д. Середюк, А.І. Ксенич // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2010. –№ 3(25). – С. 97 – 101.
6. Ксенич А.И. Исследование гидравлического сопротивления полиэтиленовых газопроводов / А.И. Ксенич, М.Д. Середюк // Трубопроводный транспорт-2010: материалы VI Междунар. учебн.-науч.-практ. конф. – Уфа: УГНТУ, 2010. – С. 66–68.
7. Ксенич А.І. Експериментальна установка для дослідження гідравлічної енерговитратності поліетиленових газопроводів / А.І. Ксенич, С.Я. Григорський // Шляхи підвищення ефективності експлуатації трубопровідного транспорту нафти і

газу та підготовки кадрів галузі: матеріали науково-практичної конференції 2-3 вересня 2010 року. – Івано-Франківськ: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – 2010. – С. 57–59.

8. Ксенич А.И. Исследования гидравлического сопротивления полиэтиленовых газопроводов низкого давления / А.И. Ксенич, М.Д. Середюк // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы VII международной научно-технической конференции 22-25 ноября 2011 г. – Новополоцк: Полоцкий государственный университет. – 2011. – С. 77–79.

9. Ксенич А.І. Результати експериментальних досліджень гідравлічної енерговитратності поліетиленових газопроводів низького тиску / А.І. Ксенич, М.Д. Середюк // Нафтогазова енергетика. – 2011. – №2(15). – С. 57– 60.

10. Пат. 83304 Україна, МПК F17D 5/06, G01N 29/24. Спосіб виявлення місць урізувань в газопроводи населених пунктів/ Середюк М.Д., Климишин Я.Д., Ксенич А.І.; власник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – № a200612993 ; заявл. 11.12.2006 ; опубл. 25.06.2008; Бюл. № 12.

АНОТАЦІЯ

Ксенич А.І. – Прогнозування пропускної здатності та гідравлічної енерговитратності поліетиленових газових мереж. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.13 - Трубопровідний транспорт, нафтогазосховища. Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. - Івано-Франківськ, 2012.

Вирішена наукова задача виявлення ефективності та енерговитратності поліетиленових газових мереж населених пунктів.

Шляхом проведення теоретичних досліджень у рамках існуючих гідродинамічних підходів виявлені чинники і ступінь їх впливу на зменшення енерговитратності транспортування газу в газових мережах при використанні поліетиленових труб замість сталевих.

Виконано теоретичні дослідження впливу профілю траси на енерговитратність та пропускну здатність газових мереж низького тиску. Запропоновані уточнені математичні вирази для визначення зміни гідростатичного тиску на ділянці залежно від різниці геодезичних позначок і температури газу.

Проведено експериментальні дослідження газодинамічних процесів руху газу в поліетиленових газових мережах, які виявили існування різних режимів руху, що відрізняються законом тертя. Знайдені числа Рейнольдса, які розділяють різні режими руху газу в поліетиленових газопроводах, та одержані регресійні моделі для коефіцієнта гідравлічного опору.

На основі проведених досліджень розроблений комплекс методів і комп'ютерних програм для прогнозування пропускної здатності та енерговитратності газових мереж населених пунктів з урахуванням особливостей газодинаміки поліетиленових труб, впливу профілю траси та умов навколишнього середовища. Запропоновано методи прокладання та реконструкції газових мереж, що характеризуються економічною доцільністю.

Ключові слова: газові мережі, системи газопостачання, гідравлічний розрахунок, поліетиленові труби, коефіцієнт гідравлічного опору.

АННОТАЦИЯ

Ксенич А.И. - Прогнозирование пропускной способности и гидравлической энергоемкости полиэтиленовых газовых сетей. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.13 - Трубопроводный транспорт, нефтегазохранилища. Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа. - Ивано-Франковск, 2012.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованных источников и приложений.

В первом разделе приведена характеристика современного состояния системы газоснабжения в Украине и анализ литературных источников по вопросам прогнозирования пропускной способности и гидравлической энергоемкости газовых сетей. Анализ показал, что подавляющее большинство работ, посвященных исследованию газодинамических процессов в трубопроводах, касается магистрального транспорта газа и не учитывает особенности движения газа в газовых сетях населенных пунктов. Основное влияние на гидравлическую энергоемкости и пропускную способность газовых сетей имеет коэффициент гидравлического сопротивления трубопровода, который обычно рассчитывается по формулам эмпирическим формулам. Большая их часть получена по результатам опытов при перекачке воды в стальных трубопроводах. Использование данных зависимостей для газообразной среды в полиэтиленовых трубах требует научного обоснования.

Во втором разделе представлены результаты сравнения энергоемкости транспортирования газа в стальных и полиэтиленовых газовых сетях в рамках существующих подходов к их гидравлическому расчету. Установлено, что степень уменьшения энергоемкости при замене стальных труб на полиэтиленовые зависит от загрузки трубы, внутреннего диаметра, температуры и давления газа в газовых сетях. Исследовано влияние профиля трассы на энергоемкость и пропускную способность газовых сетей. Доказано, что учет влияния профиля трассы газовых сетей низкого давления существенно влияет на их энергоемкость, а, следовательно, и на проектные и эксплуатационные параметры. При этом изменяются как необходимые диаметры участков, так и закономерности изменения давления газа в газовой сети.

Третий раздел содержит описание установки, методику и результаты экспериментальных исследований особенностей газодинамических процессов движения газа в полиэтиленовых газовых сетях. Найдены числа Рейнольдса, которые разделяют различные режимы движения газа и получены регрессионные модели для описания законов внутреннего трения. Экспериментальные исследования показали непригодность существующих моделей коэффициента гидравлического сопротивления для определения потерь давления при перекачке газа в полиэтиленовых газовых сетях низкого и среднего давления. Исследованы особенности микроструктуры внутренней поверхности полиэтиленовых труб, выявлены существенные различия от микроструктуры внутренней поверхности стальных труб.

В четвертом разделе приведены результаты реализации математических моделей, полученных в результате экспериментальных и теоретических исследований особенностей движения газа в полиэтиленовых газопроводах. Разработана уточненная методика гидравлического расчета газовых сетей, учитывающая фактическую энергоемкость полиэтиленовых газовых сетей, влияние профиля трассы и условий окружающей среды. Предложен метод корректировки диаметров полиэтиленовых газовых сетей низкого и среднего давления с учетом их фактической энергоемкости. Разработаны рекомендации по реконструкции подземных стальных трубопроводов путем протяжки в них полиэтиленовых труб. Построены номограммы для выполнения проектных и эксплуатационных расчетов полиэтиленовых газовых сетей низкого и среднего давления. Предложен, защищенный патентом Украины, метод определения мест несанкционированных врезок в газовые сети.

Ключевые слова: газовые сети, системы газоснабжения, гидравлический расчет, полиэтиленовые трубы, коэффициент гидравлического сопротивления.

ABSTRACT

Ksenych A. I. – Forecasting of productive capacity and hydraulic energy consumption of polyethylene gas networks. – Manuscript.

Dissertation for the scientific doctor degree of technical sciences (engineering); speciality 05.15.13 – Pipeline transmission, oil and gas storages. Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas. – Ivano-Frankivsk, 2012.

Scientific problem about detection of polyethylene gas systems efficiency is solved by using the gas-dynamic methods.

Theoretical researches in the sphere of hydrodynamic methods are done. In the process of these researches some factors and the degree of their influence on decreasing of energy consumption, connected with gas transmission in case of using the polyethylene pipelines instead of steel ones were revealed.

Theoretical investigations, connected with pipeline route profile's influence on energy efficiency and productive capacity of low pressure gas systems, were done. Specified mathematical expressions are offered in order to calculate the hydrostatic pressure change at the selected length of the pipeline depending on geodesic marks' difference and gas temperature.

Experimental investigations of gas-dynamic processes (gas transit) in polyethylene gas network systems were made. As a result there were found various modes of gas motion that differ by the friction law. There were also found Reynold's numbers that set apart the right mode of gas motion through the polyethylene gas pipelines. There were formed special regression models for description of the friction laws.

There was developed a system of different forecasting methods and computer programs for prognostication of productive capacity and energy efficiency of gas locality systems including all the features of gas dynamics in the polyethylene pipes, pipeline profile's effect and environment conditions on the basis of these investigations. The methods of laying and reconstruction of gas network systems that are characterized by economic expediency are suggested.