

ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ МІСЦЬ ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ВІДВЕДЕННЯ РІДИНИ З ПОРОЖНИНИ ГАЗОПРОВОДУ

¹ М.І. Феношин, ² М.І. Братах, ³ В.В. Хай, ³ Г.О. Хоменко

¹ ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, тел. (0342) 572380
e-mail: geodesy@nupq.edu.ua

² УкрНДІ газ, 61010, м. Харків, Красношкільна наб. 20, відділ КС і АГНКС,
тел. (0577) 304525; e-mail: gas@ukrniigaz.kharkov.ua

³ «Харківгазвидобування», 61010, м. Харків, Інженерний провулок 1а, відділ ГПУ,
тел. (0577) 195828

Пропонується методика визначення геодезичними методами місць встановлення пристроїв для відведення рідини з порожнини діючого газопроводу.

Ключові слова: газопровід, природна пастка рідини, геометричне нівелювання, поздовжній профіль траси, геодезичні методи.

Предлагается методика определения геодезическими методами места для установки приборов для отвода жидкости из полости действующего газопровода.

Ключевые слова: газопровод, естественная ловушка жидкости, геометрическое нивелирование, геодезические методы.

The methodology of determination places using geodetic techniques for mounting devices operating gas pipeline for removal liquid from its cavity is offered.

Keywords: gas pipeline, natural trap of liquid, leveling, longitudinal type of route, geodesic methods.

Постановка проблеми

Проблему підвищення ефективності роботи системи «родовище - установка комплексної підготовки газу – промисловий газопровід – магістральний газопровід» розглянуто для системи родовищ ГПУ «Харківгазвидобування», що працюють на міжпромисловий газопровід Юліївська УКПГ – Богодухів – Степова УКПГ – ШПК.

Експлуатація міжпромислового газопроводу Юліївська УКПГ – Богодухів – Степова УКПГ – ШПК після проведення його реконструкції у 2004 році дала змогу за рахунок збільшення його продуктивності звільнити споживачів м. Харкова від приймання високонапірного газу Юліївського родовища і замінити його низьконапірним газом Шебелинського родовища.

Попри високий ступінь очищення газу на Юліївському родовищі, зимовий період експлуатації газопроводу характеризується поступовим накопиченням рідини в його порожнині за рахунок сприятливих термодинамічних та швидкісних умов. Пропускання крізь порожнину газопроводу значно більших об'ємів газу призводить до перерозподілу мас рідини трасою газопроводу і забруднення відгалуження Степова УКПГ-ШПК (останньої ділянки газопроводу). Експлуатація цієї потенційно небезпечної ділянки газопроводу відбувається за збільшених перепадів тиску, викликаних наявністю

рідини в її порожнині (збільшений гідроопір ділянки), що призводять до неефективної експлуатації обладнання УКПГ, залпових викидів рідини з порожнини газопроводу тощо. Єдиним шляхом подолання проблем, пов'язаних з експлуатацією потенційно-небезпечної ділянки, є проведення операцій з її очищення.

Аналіз попередніх досліджень та виділення невирішених питань

Виходячи з аналізу попередніх досліджень [1, 2], а також даних, наведених у [3] щодо ефективності експлуатації пристроїв для відведення рідини з порожнини газопроводів постійної дії, найбільш економічним способом очищення газопроводів - відводів, не обладнаних камерами запуску та приймання очисних пристроїв, є встановлення дрипів або дренажних трубок у місцях накопичення рідини.

Аналіз даних щодо вибору місць встановлення будь-яких пристроїв для відведення рідини з порожнини газопроводу виявив відсутність системного підходу до вирішення поставленої проблеми, як наслідок – відсутність точного алгоритму визначення і реалізація методики.

Мета роботи

Розробка методики, що передбачає точне визначення місць встановлення пристроїв для відведення рідини постійної дії.

Викладання основного матеріалу

Алгоритм розробки передбачає:

- визначення гідравлічної ефективності газопроводу та орієнтовного об'єму забруднень його ділянок;
- визначення місць ймовірного накопичення рідини;
- визначення найнижчої точки траси газопроводу в природній пастці рідини, що є найбільш ймовірною для накопичення рідини (переходи через яри, балки, заплави річок тощо)

Нижче описано шлях реалізації викладеної методики для ділянки діючого газопроводу.

З метою розрахунку коефіцієнтів гідравлічної ефективності ділянок газопроводу для визначення дійсного об'єму забруднень в порожнині газопроводу під час проведення експериментальних досліджень застосовано методику параметричної діагностики стану порожнини газопроводу.

Застосування методики обумовлюється:

- великими похибками у визначенні коефіцієнта гідравлічної ефективності під час розрахунків, в основу яких покладені методи і рівняння стаціонарного руху газу трубопроводом;
- важкістю визначення коефіцієнтів гідравлічної ефективності ділянок складних газотранспортних систем, якщо витрата газу замірюється по всій системі;
- відсутністю точних і дешевих методів визначення об'єму рідинних накопичень в газопроводі.

Результати розрахунку коефіцієнтів гідравлічної ефективності за методикою його параметричного діагностування та обсягу забруднень в газопроводі - відводі зведено в табл. 1.

Аналіз даних свідчить, що основна маса технічної рідини об'ємом 283 м³ газопроводівідводі Степова УКПГ-ШПК. Основна причина – наявність термодинамічних умов для конденсації рідини і утворення гідратів у зимовий період експлуатації.

З метою перевірки цього твердження, а саме умов утворення рідинної фази, гідратів та місць їх дислокації, побудуємо графіки зміни температури точки роси трасою газопроводу, температурного режиму його експлуатації та температур, що відповідають умовам утворення гідратів (рис. 1-2).

Дані рисунків свідчать про можливість накопичення рідини в балках газопроводу на відстані 5-10 км від початку траси.

Недоліком усіх методів оцінювання гідравлічного стану ділянок газопроводів є необхідність прив'язки до певних місць проведення вимірів (кранові вузли, споруди лінійної частини магістральних газопроводів), тому понижені місця газопроводів фіксуються на ділянках великої протяжності.

Більш точне визначення місць встановлення пристроїв для відведення рідини з порожнини газопроводу здійснюють шляхом пошуку понижених місць траси газопроводу. Першим етапом цієї роботи є аналіз поздовжнього профілю, який будують геодезичними методами на

Таблиця 1 – Результати розрахунку гідравлічного стану ділянки газопроводу

| Показники стану | Розмірність | Величина |
|---|-------------------------|-------------|
| Вихідні дані: | | |
| Надлишковий початковий тиск | кгс/см ² | 24,10 |
| Надлишковий кінцевий тиск | кгс/см ² | 23,36 |
| Початкова температура газу | °К | 282,52 |
| Кінцева температура газу | °К | 288,08 |
| Температура ґрунту | °К | 289,45 |
| Зовнішній діаметр газопроводу | мм | 1020 |
| Товщина стінки газопроводу | мм | 11,00 |
| Довжина досліджуваної ділянки газопроводу | км | 23,800 |
| Еквівалентна шорсткість труби | мм | 0,03 |
| Густина газу за стандартних умов | кг/м ³ | 0,767 |
| Відносна густина газу | кг/м ³ | 0,593 |
| Фактична продуктивність газопроводу | млн.м ³ /доб | 2,739 |
| Результати розрахунку | | |
| Середній тиск | кгс/см ² | 23,73 |
| Перепад тиску | МПа | 0,074500 |
| Середня температура газу | К | 286,76 |
| Приведений тиск газу | кгс/см ² | 0,51 |
| Приведена температура газу | К | 1,39 |
| В'язкість газу | Па*с | 0,00001082 |
| Число Рейнольдса | Re | 2753931 |
| Коефіцієнт стисливості | Z _{сер} | 0,995 |
| Теоретичний коефіцієнт гідропору | λ _{теор} | 0,01097 |
| Фактичний коефіцієнт гідропору | λ _{факт} | 0,12828 |
| Надлишковий перепад тиску | МПа | 0,0682207 |
| Фактична швидкість газу | м/с | 1,75 |
| Коефіцієнт гідравлічної ефективності | % | 29,24 |
| Орієнтовний об'єм забруднень | м ³ | 283,28 |
| Ступінь заповнення | α | 0,625040264 |
| Кут нахилу вихідної ділянки | рад | 0,035 |
| Довжина дзеркала рідини | м | 600,00 |

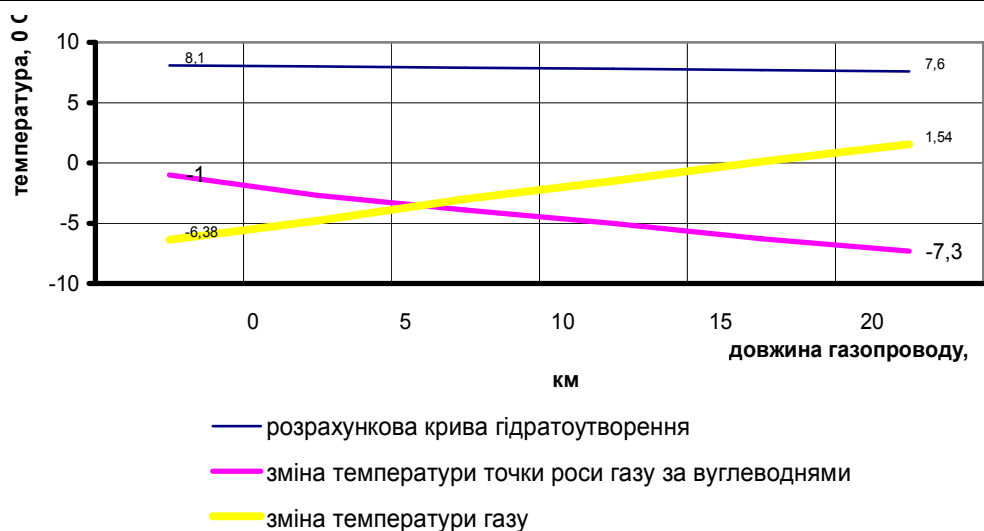


Рисунок 1 – Криві зміни температури газу, температури точок роси та умов гідратоутворення газопроводу-відводу Степова УКПГ – ШПК станом на лютий 2008 р.

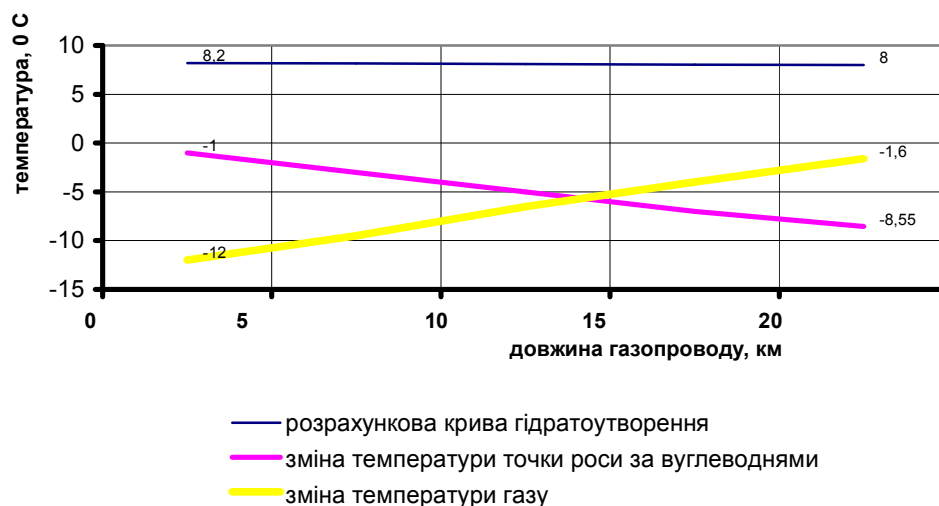


Рисунок 2 – Криві зміни температури газу, температури точок роси та умов гідратоутворення газопроводу-відводу Степова УКПГ – ШПК станом на квітень 2008 р.

стадії інженерних вишукувань газопроводів або на стадії паспортизації вже побудованих газопроводів. Для побудови поздовжніх профілів траси газопроводу застосовують традиційні геодезичні прилади: технічні теодоліти і тахеометричні рейки або сучасні системи GPS.

Другий етап роботи полягає в уточненні безпосередньо на місцевості цих понижених місць. Його виконують окомірною або більш точно – тригонометричним чи геометричним нівелюванням. Для прикладу наведемо поздовжній профіль траси газопроводу-відводу Степова УКПГ-ШПК, побудований геодезичними методами під час трасування газопроводу (рис. 3). Аналіз профілю свідчить, що вздовж траси газопроводу існує наявний ряд понижених місць у вигляді природних балок, долин річок, потоків тощо, які фактично є місцями ймовірного накопичення рідини в порожнині газопроводу, так званими природними пастками рідини.

Обчислимо середню квадратичну помилку визначення перевищення з допомогою технічного теодоліта Т-30 та звичайної тахеометричної рейки. Відомо, що перевищення з триго-

метричного нівелювання визначається за формулою [4]

$$h = \frac{1}{2} D \sin 2v, \quad (1)$$

де: D – виміряна відстань з допомогою рейки нитковим віддалеміром;

v – кут нахилу, виміряний за допомогою вертикального круга теодоліта Т-30.

Згідно з [4] середня квадратична помилка перевищення, знайденого із тригонометричного нівелювання, може бути розрахована за формулою

$$m_h^2 = \frac{1}{4} \sin^2 2v m_D^2 + \frac{1}{4} D \cos 2v^2 m_v^2 / \rho^2. \quad (2)$$

На прикладі, наведеному на рис. 3, максимальний ухил місцевості відповідає п'ятому кілометру траси і становить 6^0 . Для віддалі $D_{\max} = 200\text{ м}$, визначеної з допомогою рейки при $m_D = 1/700 D = 0,3\text{ м}$ і $m_v = 30''$, знайдемо середню квадратичну похибку

$$M_h = 0.034\text{ м} \approx 3,5\text{ см}.$$

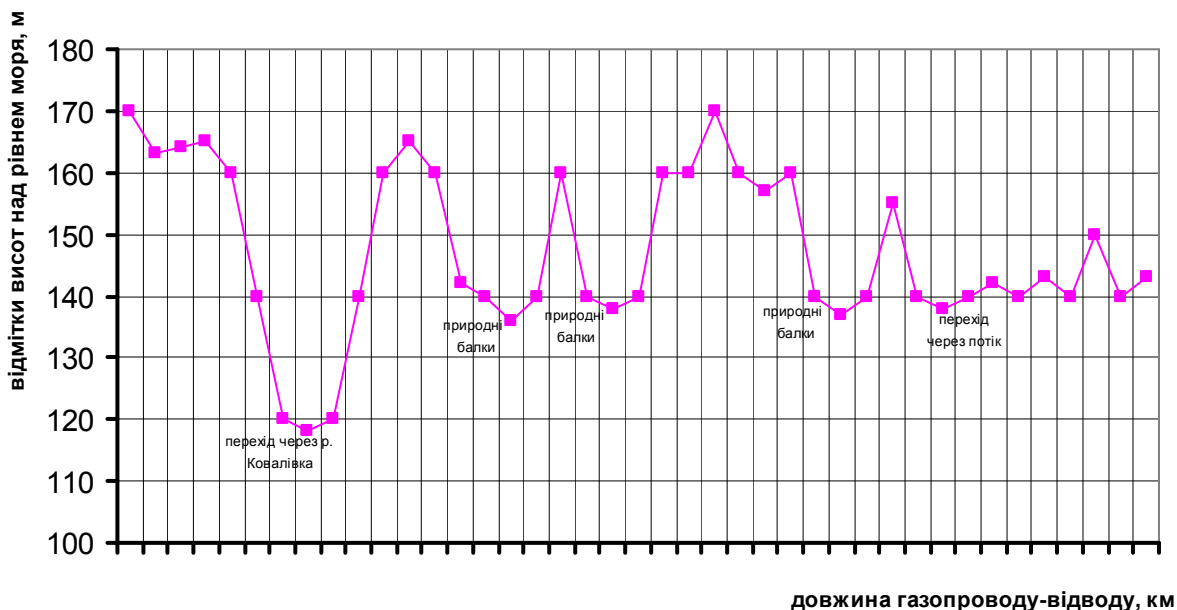


Рисунок 3 – План-профіль траси газопроводу

Під час геометричного нівелювання застосовуються технічні нівеліри із середньою квадратичною помилкою визначення перевищення, не більшою $10mm\sqrt{n}$, де n – кількість станцій [4]. Таким чином, точність тригонометричного і геометричного нівелювання достатня для впевненого (до 0,5 м) визначення місць природних пасток рідини.

Ефективність застосування такої методики полягає у тому, що внаслідок встановлення пристрою для очищення газу в трубопроводах на газопроводі-відводі Степова УКПГ-ШПК з'явиться можливість транспортування газу вищої якості споживачам та підтримки гідравлічного стану газопроводу на належному рівні, що відіб'ється у зниженні втрат тиску під час транспортування та за умови зниження величини робочого тиску на родовищах інтенсифікує видобуток газу.

Під час встановлення пристрою додатково з'являється можливість видалення забруднень, які накопичились у внутрішній порожнині за роки його експлуатації.

Прибуток від додатково отриманого продукту внаслідок встановлення пристрою визначається за формулою

$$P = \Delta Q \cdot (C_2 - C_1) \Pi, \quad (3)$$

де: ΔQ – приріст видобутку продукції за рахунок впровадження заходу, натуральних одиниць;

Π – ціна одиниці продукції в розрахунковому році, грн.;

C_1 – фактична собівартість додаткового видобутку продукту з врахуванням витрат на проведення робіт зі встановлення пристрою для очищення газу в трубопроводах (грн./од.)

$$C_i = C_i + \frac{B_1}{\Delta Q}, \quad (4)$$

де: C_i – фактична умовно-змінна собівартість видобутку продукту за розрахунковий період, грн./од.;

B_1 – витрати на проведення робіт, грн.

Очікуваний прибуток застосування поданого методу для діючого газопроводу Юліївська УКПГ – Богодухів – Степова УКПГ-ШПК становить понад 800 тис. грн., що в декілька разів перевищує видатки на проведення науково-дослідної роботи, робіт з проектування та встановлення дренажних пристроїв. Згідно з наведеним методом встановлення дренажних пристроїв пропонується виконати за допомогою безвогневого врізання патрубку меншого діаметра у верхню твірну діючого газопроводу.

Література

- 1 Капцов И.И. Сокращение потерь газа на магистральных газопроводах / И.И. Капцов. – М.: Недра, 1988. – 160 с.
- 2 Капцов І.І. Причини збільшення перепадів тиску по трасі газопроводів системи видобутку і збору газу / І.І. Капцов, Г.О. Хоменко, М.І. Братах // Питання розвитку газової промисловості України: зб. наук. праць. – 2005. – Вип. XXX111. – С. 99 – 106.
- 3 Братах М.І. Аналіз технічного рівня техніки та технології очистки газопроводів з нерівно проходною арматурою / М.І. Братах, О.В. Фоменко // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2002. – №3(4). – С.11-14.
- 4 Геодезія: за заг. ред. проф., д.т.н. С.Г.Могильного і проф., д.т.н. С.П. Войтенка. – Чернівці: Чернігівські обереги, 2002. – 408 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії
18.02.10
Рекомендована до друку професором
Тимківим Д.Ф.