

Братах М.І., Заїд Халіл Ібрахім, Гребенюк С.Д.

ВПЛИВ ГІДРАВЛІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВИХ ГАЗОПРОВІДІВ НА РЕЖИМИ РОБОТИ ОБ'ЄКТІВ ГАЗОВИДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ

Основним об'єктом досліджень відділу транспортування газу є трубопроводи системи збору та транспортування, які за призначенням класифікують як:

- шлейфи;
- промислові та міжпромислові газопроводи;
- магістральні газопроводи;
- газопроводи для сумісного збору та транспортування нафти, газу, конденсату і води (або широкої вуглеводневої фракції).

Предметами досліджень є гідравлічний, технічний стан трубопроводів, термодинамічні режими роботи, потокоутворення, які оцінюють виконуючи 3 основних розрахунки:

- міцнісний (визначення товщини стінки, стійкості і опору поздовжнім та поперечним переміщенням);
- тепловий (оцінка температурного режиму роботи);
- гідравлічний.

В проектних роботах гідравлічний розрахунок зводиться до визначення необхідного діаметру трубопроводу залежно від робочого тиску, прогнозного завантаження та якісного складу продукту, що перекачуватиметься.

Під час експлуатації газопроводів гідравлічний розрахунок полягає у визначенні пропускної здатності трубопроводу – максимально можливого завантаження трубопроводу при певному робочому тиску та оцінці гідравлічної ефективності газопроводу (для видобувного підприємства – оцінці загальних втрат тиску під час збору або транспортування продукції (рис. 1) та їх надмірної частини, що викликана забрудненнями, визначення місць накопичення цих забруднень та їх орієнтовного об'єму).

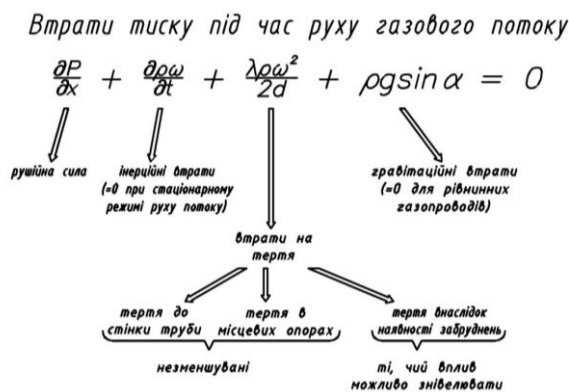


Рисунок 1 – Втрати тиску під час транспортування газу

Оскільки гідравлічний стан трубопроводу не є величиною сталою, то його зміни слід постійно контролювати, тобто здійснювати моніторинг гідравлічного стану, який складається з двох етапів:

- інструментальне вимірювання основних параметрів газового потоку в контрольних точках трубопроводу (тиску, температури, витрати) в польових умовах;
- виконання гідравлічних розрахунків за допомогою власного програмного забезпечення.

На даний момент єдиним нормативним документом, що регламентує порядок виконання гідравлічного розрахунку, є ВСН 51.1-85 [1], положення якого та власні розробки фахівців відділу транспортування газу покладено в створення ПРК «Контроль залпових викидів рідини з порожнини газопроводу», що складається із трьох взаємопов'язаних програм: гідравлічна ефективність, об'єм забруднень та гідратоутворення, вікна яких зображено на рисунку 2.

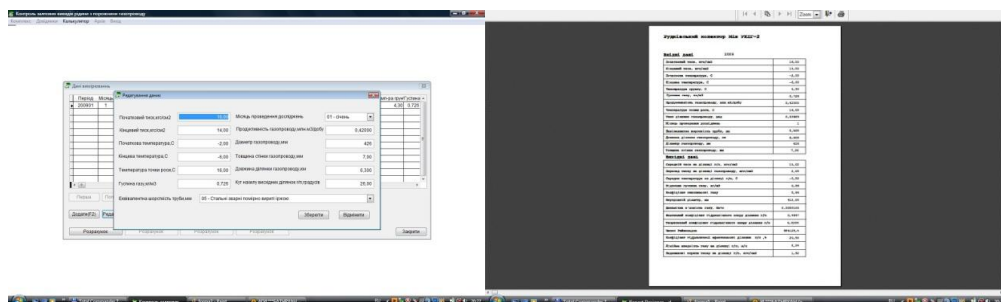


Рисунок 2 – Програмно-розрахунковий комплекс «Контроль залпових викидів...»

Нехтування питанням моніторингу гідралічного стану трубопроводів може призвести як до значних похибок під час прогнозування варіантів подальшої розробки родовищ (в області оцінки робочого тиску на гирлі свердловин або тиску на вході в ДКС), так і до потенційно небезпечних ситуацій.

Найнебезпечнішими проявами нехтування моніторингом гідралічного стану трубопроводів, що в підсумку призводять до аварійних ситуацій, є:

- довготривалі за часом процеси формування рідинних відкладень із подальшим їх перерозподілом у вигляді залпів до технологічного обладнання;
- короткотривалі процеси формування рідинних відкладень із стрімким винесенням рідинної пробки і можливістю руйнування технологічного обладнання – гідралічні удари;
- процеси, що найбільш часто спостерігаються в умовах експлуатації трубопровідної системи – гідратоутворення.

Метою цієї статті є презентація розробок відділу транспортування газу, які направлені на зниження негативного впливу вищеперерахованих проявів.

Довготривалий процес формування і подальшого перерозподілу рідини в часі, який характеризується мінімальним надходженням рідини в порожнину трубопроводу, поступового її накопичення до певного критичного рівня і подальшого стрімкого перерозподілу, називають «залповим» викидом рідини до технологічного обладнання об'єктів наземної частини родовищ і газотранспортної мережі.

За останні роки процеси залпових викидів рідини зафіксовані на МГ ДККР 2005 р., Пасічна – Тисмениця 2006, МГ Шебелинка – Харків 2009, РГ Юліївка – Ст. Мерчик 2011, МГ Іваники – Пукеничі 2013 р. Певним каталізатором процесу є те, що періоди проходження залпових викидів рідини припадають на листопад-грудень, а саме періоди зростання споживання газу, які характеризуються зміною робочого тиску (переважно зростання його величини) та збільшенням продуктивності газопроводів.

При досягненні критичної величини забруднень в коліні трубопроводу подібно стрибку падає кінцевий тиск або підвищується початковий і велика маса рідини переміщується в наступну за ходом природну пастку, виштовхуючи певний об'єм рідини із неї і так далі до кінцевого пункту призначення, в нашому випадку ГРС, де рідинний потік потрапляє у «вузькі» технологічні трубопроводи, переповнює збірник забруднень сепаратора, призводячи до аварійної відмови обладнання та припинення подачі газу.

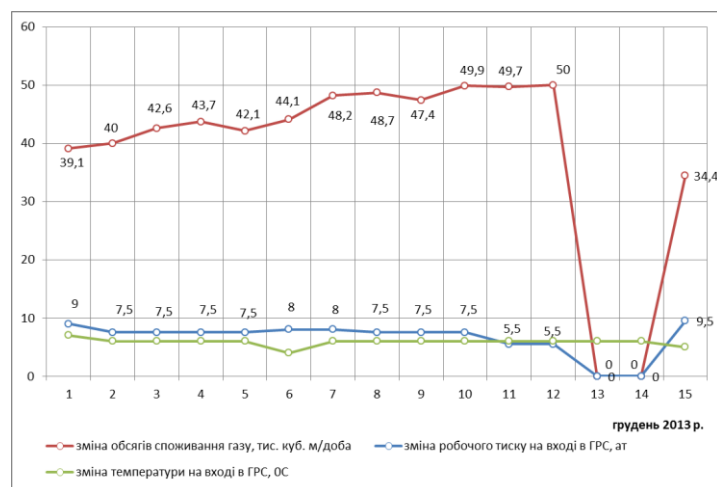


Рисунок 3 – Зміна робочого тиску та обсягу подачі газу на ГРС Стинава УМГ «Львівтрансгаз»

Якщо на вхід газопроводу надійде великий об'єм рідини за короткий час і з високим робочим тиском перерозподіл мас рідини може відбутися в короткий термін і великої потужності із зростанням швидкості газу вище швидкості звуку на коротких ділянках (особливо невеликого діаметру та із наявністю великої кількості місцевих опорів). Такий швидкий перерозподіл мас рідини, що характеризується надходженням великої маси рідини на вхід трубопроводу носить назву гідравлічного удару і може призвести до руйнування технологічного обладнання.

Найбільш часто експлуатаційний персонал зіштовхується із проблемою утворення гідратів в порожнині трубопроводу, які швидко зростають в умовах високого робочого тиску і низьких температур і найчастіше закупорюють «вузькі» ділянки трубопроводів (коліна, засуви, крани, трійники, штуцера тощо). Попри те, що фактично це є найшвидший прояв, який може раптово припинити подачу або видобуток газу, попереджують його шляхом вчасного введення інгібітору гідратоутворення.

Попередження вищеперерахованих потенційно-небезпечних проявів виконується завдяки розробці і подальшому впровадженню заходів щодо звільнення порожнини газопроводу від накопичених забруднень, яке виконується за наступним алгоритмом:

- оцінка надлишкових втрат тиску в порожнині газопроводу і їх впливу на режими роботи УКПГ, свердловин, ДКС тощо;
- оцінка орієнтовного об'єму забруднень, критичного значення та імовірності проходження залпового викиду рідини;
- оцінка імовірності утворення гідратів;
- визначення місць локалізації рідини (природних пасток рідини);
- вибір одного із способів звільнення порожнини трубопроводу від рідини: врізання дренажних пристроїв, пропускання очисного поршня або переведення ділянки в режим самоочищення.

Як алгоритм, так і всі вищеперераховані способи є власними розробками транспортного напрямку і захищені деклараційними патентами України.

Оцінка гідравлічного стану трубопроводів та впровадження заходів щодо усунення впливу надлишкових втрат тиску на розподіл робочого тиску по основних об'єктах газовидобувної системи постійно виконується відділом транспортування газу і станом на 2014 р. охоплює об'єкти як газозбірної системи газопромислових управлінь, так і магістральні газопроводи.

Зокрема, оскільки в першу чергу забруднення формують додатковий гідравлічний опір та надмірні втрати тиску в шлейфах та промислових газопроводах, починаючи з 2007 р. проводився постійний моніторинг роботи Шебелинського газозбірного колектора, а з 2009 року проводився моніторинг режимів роботи системи збору газу по всіх родовищах Львівського відділення ВНГТК ГПУ «ПГВ».

Так у 2007–2008 рр. втрати тиску між входом в Червонодонську ДКС та гирлом свердловин сягали 4–4,5 атм, основними складовими яких були (в порядку збільшення впливу):

- втрати тиску в об'язці входу в Червонодонську ДКС;
- втрати тиску в газопроводах-відводах від 24 УКПГ до кільцевих газозбірних колекторів (в основному в кранових вузлах);
- втрати тиску в шлейфах свердловин (умовно не зменшувані);
- втрати тиску в основному газозбірному колекторі та кільцевих газозбірних колекторах.

Протягом 6 років за рекомендаціями відділу транспортування газу відновлено роботу 7 дренажних трубопроводів в балках, через які прокладено колектори, додатково проведено врізання 4 дренажних трубопроводів, проведено ревізії справності старих пробкових кранів на виході з УКПГ (охоронних) кранів, впроваджено технологію переведення ділянок в режими самоочищення (високошвидкісні потоки), в деяких випадках замінено об'язку технологічних ліній, що дозволило на теперішній час скоротити втрати тиску до 2,2–2,55 атм. При цьому видобуток газу по Шебелинському ГKR протягом останніх років був стабільним.

Результати визначення місць локалізації рідини та їх об'єму підтверджувались залученими до спільного виконання робіт фахівцями сторонніх організацій. Зокрема з метою прийняття рішення щодо врізання дренажного пристрою в районі УКПГ – 19 Шебелинського ГKR фахівцями ХІРЕ підтверджено за допомогою тепловізора наявність рідинного накопичення в балці в обсязі 4,1 м³ [2].

Другим негативним впливом наявності забруднень та відповідних надлишкових втрат тиску є падіння величини робочого тиску на вході в ДКС, що при сталому завантаженні та необхідності підтримання високої величини вихідного тиску призводить до зростання витрати паливного газу, збільшення витрат на охолодження. Доволі часто це притаманно для родовищ, на яких ДКС розміщена на центральному газозбірному пункті, на який подається газ як із висконапірних, так і низьконапірних свердловин, а отже стверджувати, що усунення забруднень дозволить досягти якогось додаткового резерву у робочому тиску свердловин неможливо.

Яскравим прикладом є газозбірна система Комарнівського ЦВНГК, останньою перед ДКС ділянкою якої Рудківський газозбірний колектор, споруджений та введений в експлуатацію в 1957 р.

За рахунок відведення рідини з пониженої ділянки між кранами № 72 та 73 в обсязі 44,1 м³ досягнуто збільшення вхідного тиску на ДКС з 2,7 до 3,05 атм.

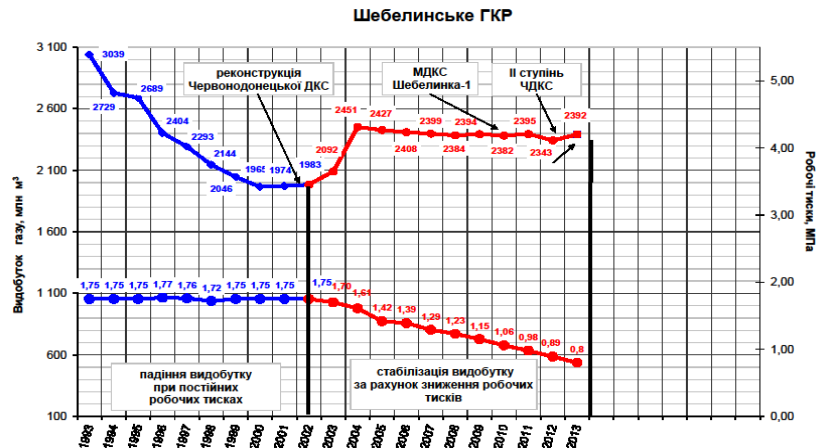


Рисунок 4 – Зміна видобутку газу на Шебелинському ГКР

Повертаючись до графіка видобутку газу з Шебелинського ГКР і стабілізації видобутку зауважимо, що однією з причин зменшення видобутку була неможливість подачі газу в повному об'ємі видобутку в систему МГ ШДК, оскільки пропускну здатність останнього зменшували надмірні втрати тиску, викликані наявністю забруднень в трьох балках, зокрема в районі УКПГ-11 Шебелинського ГКР, в районі початку МГ ШДК та в балці поблизу с. Олексіївка Первомайського району. Обсяг цих втрат був оцінений за розробленим алгоритмом, проаналізовано можливість збільшення пропускну здатності трубопроводу та прийнято рішення щодо очистки цих ділянок за допомогою з'ємних дренажних пристроїв без припинення перекачування газу. До моменту введення в експлуатацію другої ступені компримування газу на ЧДКС вивільнення із порожнини трубопроводу понад 50 кубометрів технічної рідини, дозволило дещо зменшити вплив сезонної нерівномірності споживання газу на об'ємі його видобутку з Шебелинського ГКР.

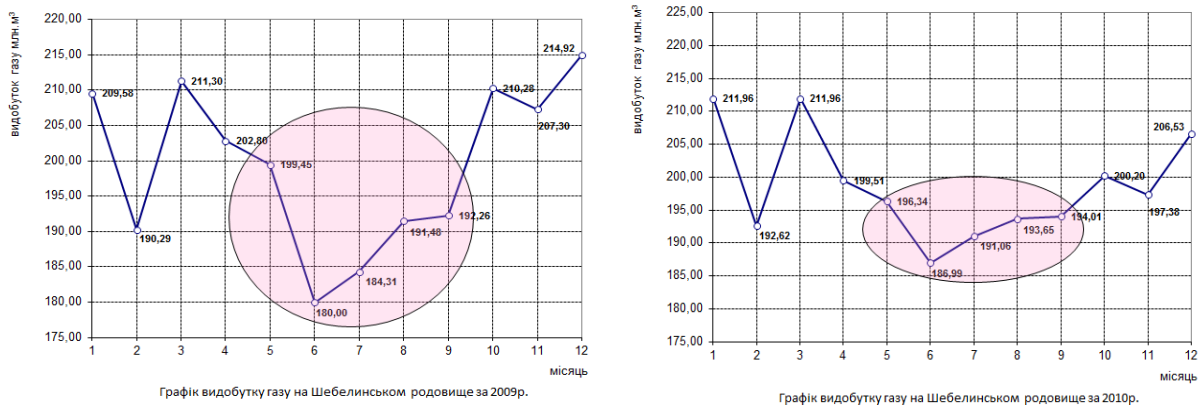


Рисунок 5 – Графік зміни видобутку газу по Шебелинському ГКР протягом 2009–2010 рр.

Крім того, усунення надмірних втрат в магістральному газопроводі після ДКС, дає змогу знизити величину робочого тиску на виході з ДКС.

Також крім розробки та впровадження заходів щодо зменшення надлишкових втрат тиску результати моніторингу гідравлічного стану дали змогу за останні роки провести такі види робіт:

- оцінити вплив зміни конфігурації газозбірних колекторів Шебелинського ГКР на розподіл величини робочого тиску на виході з УКПГ (в результаті прийнято рішення щодо доцільності вибору місця встановлення I ст. компримування газу на базі колишньої Глазунівської ДКС)
- спрогнозувати розподіл тиску газу та потоки газу, що надходять на Хрестищенську ДКС системою МГ ШДК, ШПК, ЄДК після її реконструкції;

- оцінити потоки газу по МГ в районі передачі газу з Комарнівської ДКС та надати рекомендації щодо доцільності введення в експлуатацію другої ступені компримування газу;
- обґрунтувати доцільність реконструкції газопроводу Степова УКПП – Богодухів – Сухіни шляхом спорудження лупінгів для приймання високо напірного газу з Юліївського НГКР в літній період;
- зменшити вплив сезонної нерівномірності для Шебелинського родовища, родовищ Перещепинського промислу та Львівського відділення.

Як видно із вищенаведеного, гідравлічний стан газопроводу є чи не найважливішим чинником, що впливає на розподіл величин робочого тиску на об'єктах газотранспортної системи і суттєво позначається на об'ємах видобутку газу.

Отже, його моніторинг слід проводити щорічно по усіх ГПУ із оперативною передачею даних досліджень відповідним службам.

Для оперативного вирішення проблем, пов'язаних із визначенням гідравлічного стану газопроводів, оцінкою впливу надмірних втрат тиску в системі газопроводів на режими роботи УКПП і свердловин, в галузі відсутня належна нормативна база. Зокрема, фахівці керуються нормативним документом (НД), що регламентує порядок проектування і спорудження трубопроводів, які перекачують однофазове середовище. Отже, в найближчій перспективі фахівцями відділу транспортування запропоновано створення та введення в дію такого НД.

Література

1. ОНТП 51-1-85 Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. Часть 1. Газопроводы [Текст] // Мингазпром – Москва, 1986.– С. 231.
2. Сапрыкин С.О. Применение термографии для диагностирования технического состояния газоперекачивающего оборудования [Текст]/С.О. Сапрыкин, В.Г. Шумков // Вісник інженерної академії України. – 2011.– № 2.– С. 203–206.

Bibliography (transliterated)

1. ONTP 51-1-85 Obschesoyuznyie normyi tehnologicheskogo proektirovaniya. Magistralnyie truboprovodyi. Chast 1. Gazoprovodyi [Tekst]. Mingazprom – Moskva, 1986.– P. 231.
2. Sapryikin S.O. Primenenie termografii dlya diagnostirovaniya tehniceskogo sostoyaniya gazoperekachivayushchego oborudovaniya [Tekst]. S.O. Sapryikin, V.G. Shumkov. Visnik inzhenernoyi akademiyi Ukrayini. – 2011.– # 2.– P. 203–206.

УДК 622.691.4

Братах М.И., Заид Халил Ибрахим, Гребенюк С.Д.

ВЛИЯНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОПРОВОДОВ НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ ОБЪЕКТОВ ГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ КОМПЛЕКСА

В статье представлены результаты исследований гидравлического состояния газопроводов системы сбора и транспортирования газа. Обоснована необходимость проведения оперативного мониторинга гидравлического состояния газопроводов.

Bratakh M.I., Zaid Khaleel Ibrahim, Grebenyuk S.D.

INFLUENCE OF THE FIELD GAS PIPELINES SYSTEM HYDRAULIC STATE ON OBJECTS OPERATING MODES OF THE GAS PRODUCTION COMPLEX

The paper presents results of the hydraulic state evaluation for gas pipeline system. The necessity of the operational monitoring of pipelines hydraulic state are explained and justified for gas production company specialists.