



УДК 622.276

МОНІТОРИНГ ГІДРАВЛІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ГАЗУ ГАЗОВИДОБУВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

О.О. Філіпчук

*ПАТ «Укргазвидобування», 04053, м. Київ, вул. Кудрявська, 26/28,
тел.: 044-461-27-54, 063-022-98-49, e-mail:
oleksandr.filipchuk@outlook.com*

Система збору та транспортування газу ПАТ «Укргазвидобування» (Товариство) включає в себе 9 272 кілометрів промислових трубопроводів (міжпромислових газопроводів, шлейфів, газопроводів-підключень, і ін.) і є першою по потужності в Україні серед газовидобувних підприємств. Зважаючи на масштаби, хотілося б відзначити велику роль у значенні коефіцієнта гідравлічної ефективності стан обладнання для підготовки газу (сепараційне обладнання, блоки підготовки газу, установки осушки газу і ін. технологічне обладнання).

Гідравлічна ефективність системи збору та транспортування відображає процес «старіння» промислових газопроводів з плином часу. Коефіцієнт гідравлічної ефективності загальноприйнято вважати діагностичною ознакою, яка ставиться у відповідність технічному стану лінійної частини газопроводу, і від його значення на певний момент часу приймається рішення про подальшу експлуатацію газотранспортного об'єкту чи проведення його в сферу обслуговування для проведення відновлювальних заходів [4]. Отже, достовірність значення коефіцієнта гідравлічної ефективності визначає стратегію подальшої експлуатації системи збору та транспортування газу. Низьке числове значення коефіцієнта гідравлічної ефективності може призвести до передчасного прийняття рішення про проведення профілактичної очистки промислового газопроводу, що викличе неоправдані витрати, а саме до експлуатації промислового газопроводу з перевитратою паливного газу або надмірних втрати тиску системи. Важливу увагу слід також звернути на часовий тренд коефіцієнта гідравлічної ефективності. Різка падіння його числового значення свідчить про зміну технічного стану лінійної ділянки газопроводу, причину якого слід терміново встановити шляхом додаткового використання спеціальних методів діагностики з метою запобігання виникненню аварійних ситуацій, тому для сфери експлуатації системи промислових газопроводів важливо бути впевненими в достовірності визначення коефіцієнта гідравлічної ефективності як діагностичної ознаки.



На сучасному етапі експлуатації газових родовищ в Україні значна їх кількість знаходиться на завершальній стадії експлуатації. Поступове зниження пластового тиску веде до зниження середнього тиску в системі видобутку, збору, підготовки та транспортування газу (свердловина – шлейф – УКПГ – система промислових газопроводів – ДКС – магістральний газопровід). Відповідно, для досягнення необхідного рівня видобутку вуглеводнів та продовження періоду експлуатації родовища необхідна злагоджена робота кожного елемента цієї системи, а тому мінімізація втрат тиску в системі збору та транспортування газу є однією з актуальних задач.

Ефективність роботи систем збору та транспортування газу з родовищ Товариства залежить від гідравлічного стану сукупних ділянок лінійної частини газопроводів (промислових, міжпромислових, газозбірних колекторів, газопроводів-відводів, і ін.). Тому необхідно проводити періодичний моніторинг гідравлічного стану з метою оцінки їх фактичних гідравлічних характеристик (визначення перепадів тиску, фактичних коефіцієнтів гідравлічного опору ділянки та її гідравлічної ефективності, орієнтовний об'єм забруднень).

З метою запобігання аварійних відмов обладнання, внаслідок залпового викиду рідини з порожнини газопроводу та припинення подачі газу споживачам через утворення гідравлічних і гідратних пробок, необхідність проведення аналізу гідравлічного стану потенційно-небезпечних ділянок є найбільш ефективним під час підготовки до зимового періоду експлуатації газопроводу газовидобувного підприємства, в зимово-весняний період експлуатації (як найбільш сприятливий для конденсації рідини з газового потоку під час його транспортування), під час будь-якої зміни режиму роботи газопроводу (підключення нових родовищ, зміна робочого експлуатаційного тиску, перерозподіл потоків газу в системі газопроводів, аварійні відмови обладнання на промислах, тощо).

З точки зору підвищення ефективності і надійності експлуатації газопроводів, в основу цієї роботи була поставлена задача аналізу режимів роботи газозбірної та газотранспортної системи, визначення проблемних ділянок з точки зору погіршення гідравлічної ефективності, а також обґрунтування доцільності впровадження заходів щодо очистки газопроводів.

Метою даної роботи є дослідження режимів роботи і гідравлічного стану системи промислових газопроводів ГПУ «Шебелинка-газвидобування» (основного газозбірного колектору DN 700 системи збору газу з УКПГ Шебелинського ГКР), оцінка гідравлічної ефективності експлуатації системи, розробка переліку заходів по скороченню втрат тиску в процесі збору та транспортування газу і



рекомендацій щодо їх впровадження для покращення гідравлічного стану системи в цілому.

Шебелинське ГКР є потужними родовищем ГПУ «Шебелинка-газвидобування», обсяги його видобутку формують основні газові потоки в Харківському промисловому регіоні.

В рамках даної роботи, автором протягом 2017 року було проведено дослідження гідравлічного стану ділянок основного газозбірного колектору DN 700 Шебелинського ГКР. Дослідження проводились шляхом заміру тиску в контрольних точках основного газозбірного колектору на наступних ділянках: 1 – «кран № 20а – т.п. УКПГ-9 (L=0,3 км)»; 2 – «т.п. УКПГ-9 – кран № 35 (L=0,2 км)»; 3 – «кран № 35 - кран № 32 (т.п. УКПГ-10) (L=2,1 км)»; 3' – «кран № 32 – кран № 9 (т.п. УКПГ-11) (L=1,36 км); 4 – «кран № 9 – кран № 54 (L=2,14 км)»; 5 – «кран № 54 – кран № 99 (вузол підключення Червонодонецької ДКС) (L=1,0 км)»; 6 – «кран № 99 – вихід сепаратору I-ої ступені Червонодонецької ДКС (L=0,3 км)»; 7 – «вихід сепаратору I-ої ступені Червонодонецької ДКС - вихід горизонтальної адсорбційної установки Червонодонецької ДКС».

За даними оперативних зведень ГПУ було відмічено збільшення надходжень рідини з газозбірного колектора Шебелинського ГКР на вхід Червонодонецької ДКС в лютому місяці 2017 року, що призвело до ускладнень в роботі компресорних агрегатів. Після відбору проб рідини, яка надійшла з основного газозбірного колектору до сепараційного обладнання Червонодонецької ДКС та проведення аналізу з метою визначення її хімічного складу та природи її походження було підтверджено корозійну агресивність накопчених забруднень. Корозійна агресивність забруднень та випадіння солей з води може бути однією з причин ускладнень роботи трубопроводів, УКПГ, ДКС та іншого технологічного обладнання.

З метою порівняльного аналізу та оцінки динаміки показників гідравлічного стану ділянок основного газозбірного колектору Шебелинського ГКР (перепад тиску, коефіцієнт гідравлічної ефективності, розрахунковий об'єм забруднень), в табл. 1 наведено основні показники за результатами досліджень, що проводились в період 2016 – 2017 років.



Таблиця 1 – Порівняльна таблиця результатів оцінки гідравлічного стану ділянок основного газозбірного колектору DN 700 Шебелинського ГКР, що проводились 28 листопада – 02 грудня 2016 р. та 03 лютого 2017 р.

Діл. газ.	Дослідження 2016 р.					Дослідження 2017 р.					Різниця		
	Р _{ср.} , ат	Q, млн.м ³ /д	ΔР, ат	V забр., м ³	Е, %	Р _{ср.} , ат	Q, млн.м ³ /д	ΔР, ат	V забр., м ³	Е, %	ΔР, ат	Е, %	V забр., м ³
1	6,58	0,5618	0,02	6,84	28,34	6,62	0,617	0,07	7,758	13,89	+0,05	-14,45	+0,918
2	6,565	0,7346	0,01	5,79	36,16	6,51	0,783	0,14	8,1	10,23	+0,13	-25,93	+2,31
3	6,53	2,2636	0,07	0,00	100	6,36	1,834	0,16	7,7	73,38	+0,09	-26,22	+7,7
4	6,231	3,6817	0,26	2,69	91,99	5,94	3,587	0,41	0	93,54	+0,15	+1,55	-2,69
5	6,03	4,4419	0,14	0	98,99	5,64	4,329	0,31	1,265	90,91	+0,17	-8,08	+1,265
6	5,9	4,4419	0,12	-	86,34	5,41	4,329	0,14	1,345	75,56	-	-	-
7	Заміри не проводилися					5,21	4,329	0,266	-	-	-	-	-

За результатами проведених досліджень гідравлічного стану ділянок основного газозбірного колектору DN 700 Шебелинського ГКР (станом на 03 лютого 2017 р.) можна відмітити наступне:

- на початкових ділянках колектору «кран № 20а – т.п. УКПГ-9» та «т.п. УКПГ-9 – кран № 35 (т.п. УКПГ-10)» існує ймовірність залпового викиду рідини на наступні ділянки, оскільки об'єми забруднень на ділянках перевищують критичні значення;

- на ділянці «кран № 35 (т.п. УКПГ-10) – кран № 32» швидкісний режим газового потоку сприяє накопиченню рідини;

- на наступних ділянках, починаючи від крану № 32, швидкість газового потоку сприяє переміщенню мас рідини по газопроводу з подальшим винесенням її на вхідне сепараційне обладнання Червонодонської ДКС.

Порівняльний аналіз оцінок гідравлічного стану лінійних ділянок основного газозбірного колектору DN 700 Шебелинського ГКР за результатами досліджень (листопад-грудень 2016 р. та лютий 2017 р.), які наведено в табл. 1, показує, що на всіх ділянках відбулося зниження коефіцієнту гідравлічної ефективності та збільшення об'ємів забруднень, що свідчить про надходження рідини в колектор.

Для збору рідини з основного газозбірного колектору DN 700, необхідно розглянути можливість встановлення конденсатозбірника типу «розширювальна камера» на кінцевій ділянці газопроводу в пониженому місці між краном № 54 та краном № 99.

Для відстеження місць можливої локалізації рідини на рисунку 1 наведено план-профіль траси системи збору газу з УКПГ Шебелинського ГКР (Шебелинський газозбірний колектор).



З метою запобігання виходу з ладу компресорного обладнання на Червонодонській ДКС та підвищення ефективності роботи газозбірної системи Шебелинського ГКР було розроблено заходи для підвищення ефективності системи збору газу з УКПГ Шебелинського ГКР. В числі запланованих заходів було передбачено виконання комплексу робіт з дренажування рідини з газозбірного колектору DN 700 (біля крану № 8 під тиском без зупинки роботи газопроводу) та підключення додаткового газопроводу (між кранами № 20а та № 8 під тиском без зупинки роботи газопроводу).

В результаті проведеного комплексу робіт з врізки відводу та дренажування рідини з газозбірного колектору DN 700 Шебелинського ГКР біля крану № 8 вилучено рідини в об'ємі 27,635 м³, після чого спостерігалось зменшення перепаду тиску на даній ділянці. Використання технології врізки відводу та дренажування рідини з порожнини газопроводу під тиском (без зупинки), розробленої фахівцями УкрНДІгазу, дозволило скоротити втрати газу в об'ємі 536,906 тис. м³ (економічний ефект склав 1 721 584,39 грн.) [2].

Результатом проведення комплексу робіт з приєднання 2-х відгалужень (лупин) між кранами № 20а та № 8 є значне зменшення числового значення перепаду тиску на ділянці основного газозбірного колектору ЧДКС, а також виключено втрати видобутку газу за рахунок проведення робіт без зупинки транспортування газу в об'ємі 1 122,698 тис. м³ (економічний ефект склав 3 399 844,95 грн.) [2].

В ході виконання аналізу гідравлічного стану системи газопроводів, по яких транспортується газ з родовищ ГПУ «Шебелинкагазвидобування» були проведені польові дослідження режимів роботи системи збору та транспортування газу з УКПГ Шебелинського ГКР до Червонодонської ДКС.

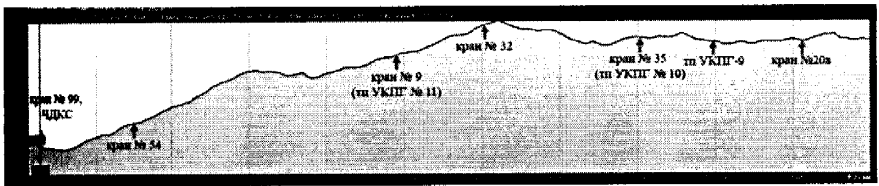


Рисунок 1 – План-профіль траси основного газозбірного колектору DN 700 «кран №99 - кран № 20а» (подача газу на Червонодонську ДКС)

За даними досліджень були проведені розрахунки гідравлічної ефективності досліджуваних ділянок та оцінювання розрахункових об'ємів забруднень, швидкісного режиму ділянок газопроводів, визначення проблемних ділянок та умов перерозподілу рідини між ними в процесі експлуатації.



На підставі порівняльного аналізу результатів сезонних досліджень гідравлічного стану ділянок газопроводів, були визначені проблемні ділянки газопроводів з надмірними втратами тиску та низькими показниками коефіцієнтів гідравлічної ефективності внаслідок накопичення забруднень в їх порожнині.

Накопичення рідинної фази у порожнині промислового газопроводу негативно впливає не тільки на показник коефіцієнта гідравлічної ефективності та продуктивності, а й, приводить до утворення агресивного (корозійного) середовища, що постійно контактує з внутрішньою поверхнею трубопроводу та зменшує термін його безаварійної експлуатації. Рідинна фаза накопичуються в трубопроводі за рахунок зміни термобаричних умов рівноваги фаз при транспортуванні газу після попередньої підготовки газу (від УПГ) до компресорних станцій та групових пунктів поглибленої підготовки. Рідина що накопичуються в трубопроводі складається з високо мінералізованої пластової води та вуглеводневого конденсату із значним вмістом CO_2 (діоксиду вуглецю), сірководню (H_2S) та ін.

Відповідно, як приведено вище, при накопиченні рідинної фази в порожнині промислового газопроводу, враховуючи агресивність рідини, відбуваються процеси, що призводять до корозії стінки трубопроводу, що в свою чергу може призвести до виходу із ладу системи збору та транспортування газу. А тому, хочеться відмітити значимість аналізу стану гідравлічної ефективності системи. На основі результатів досліджень можливо попередити надлишкові втрати тиску, процеси гідратуутворення, а також розробленням заходів по очищенню системи збору та транспортування нівелювати вплив корозійних процесів на стінки трубопроводів.

Накладаючи отримані розрахункові дані коефіцієнта гідравлічної ефективності на профіль траси пролягання основного газозбірного колектору чітко відмічається накопичення рідинної фази у «висхідних ділянках», а саме чітко відмічається накопичення рідинної фази на проміжку від «крана № 20а» до «крана № 32» (до підвищення рельєфу), що в результаті є причиною пониження коефіцієнта гідравлічної ефективності. Аналізуючи профіль траси після «крана № 32» спостерігається, що із пониженням рельєфу в сторону «крана № 99» відмічається підвищення коефіцієнта гідравлічної ефективності, а також мінімальне накопичення рідинної фази, але як було видно із спостережень газопромислового управління та підтверджено даними дослідженнями та розрахунками вся рідина, яка накопичується на проміжку «Кран № 20а» – до «Кран № 32» досягаючи значень вище критичних, газовим потоком, а також сприятливим рельєфом виноситься на вхідний вузол ЧДКС (сепараційне обладнання).



Оптимальними шляхами вирішення проблематики, розглянутої в даній роботі є:

– заміна фізично та морально застарілого обладнання установок підготовки газу, а саме – сітчастих сепараторів (перед подачею газу в основний газозбірний колектор, а саме на проміжку «кран №20а» – «кран № 32»);

– періодичне виконання комплексу робіт з дренування рідини з газозбірного колектору DN700, на місці підключення спеціального пристрою для видалення рідини за розробленим графіком на основі розрахунків;

– облаштування трубопроводу камерами пуску-приймачів поршнів для періодичного очищення газопроводу від залишкової рідини та механічних домішок, (відновлення геометрії поперечного перерізу трубопроводу, очищення забруднень та відкладень на стінках трубопроводу);

– встановлення на вході ЧДКС розширювальної камери для запобігання критичним «залповим викидам» рідинної фази на основне технологічне обладнання;

– періодичний моніторинг системи збору та транспортування газу, а також розроблення спеціальних заходів для покращення стану гідравлічної ефективності системи в цілому.

Літературні джерела

1 СОУ 09.1 – 30019775-246:2015 «Методика визначення гідравлічного стану газопроводів системи збору і транспортування газу з родовищ ПАТ «Укргазвидобування».)

2 Р.В. Шимановський, С.М. Стецюк, М.І. Братах, В.А. Коляденко - Звіт про науково-дослідну роботу «Моніторинг та аналіз гідравлічного стану системи газопроводів, по яких транспортується газ з родовищ ГПУ «Шебелинкагазвидобування» м. Харків, 2017 р., 193 с.

3 Братах М.І. Вплив гідравлічного стану системи промислових газопроводів на режим роботи об'єктів газовидобувного комплексу [Текст]/М.І. Братах, Заїд Халіл Ібрахім, Гребенюк С.Д. - Інтегровані технології та енергозбереження 1, 2015. – С. 22-28.

4 Трубопровідний транспорт газу [Текст]/[М. П. Ковалко, В. Я. Грудз, В. Б. Михалків та ін.] ; за редакцією М. П. Ковалка. – Київ : Агентство з раціонального використання енергії та екології, 2002. – 600 с.