

Оптимізація режимів роботи адсорбційних систем осушування природного газу

© **О.Л. Швейкін**
канд. техн. наук
О.В. Хвостова
hvostova.elena@ndigas.com.ua
В.М. Ткаченко
Д.С. Івашечко
Український науково-дослідний інститут природних газів

УДК 006:665.682

У статті розглянуто проблему вибору оптимального режиму експлуатації систем осушування природного газу, які використовують тверді поглиначі. Наведено результати досліджень, що підтверджують спроможність запропонованої методики розрахунку і прогнозування режимів роботи установки осушування та оптимізації режимів її експлуатації.

Ключові слова: адсорбція, режим експлуатації, оптимізація, регенерація адсорбенту, температура точки роси, ємність адсорберу.

В статье рассмотрена проблема выбора оптимального режима эксплуатации систем осушки природного газа, использующих твердые поглотители. Приведены результаты исследований, подтверждающие состоятельность предложенной методики расчета и прогнозирования режимов работы установки осушки и оптимизации режимов ее эксплуатации.

Ключевые слова: адсорбция, режим эксплуатации, оптимизация, регенерация адсорбента, температура точки росы, емкость адсорбера.

The article considers the problem of choosing the optimum operation of natural gas dehydration systems using hard adsorbents. The given results of the research confirm that the proposed method allows to calculate and predict operating modes of the dehydration unit and to optimize its operation.

Key words: adsorption, operating mode, optimization, regeneration of the adsorbent, dew point temperature, capacity of the absorber.

Останнім часом, з урахуванням тенденцій зміни режимів експлуатації технологічного обладнання на об'єктах підготовки природного газу видобувної галузі, збільшується використання технологічних процесів вилучення надмірної кількості вологи (осушування) з використанням твердих поглиначів – адсорбентів. Порівняно з іншими цей метод має переваги, а саме: гарантоване забезпечення нормованих значень вмісту вологи в природному газі, незначні втрати тиску, відносна простота реалізації. Але використання режимів експлуатації технологічного обладнання, які рекомендовані його виробником, на окремих об'єктах призводить до зменшення ефективності застосування властивостей адсорбенту, зменшення ресурсу використання та збільшення витрат енергії для здійснення поновлення його властивостей (регенерації). Для мінімізації витрат на регенерацію та забезпечення максимально ефективного використання властивостей поглиначів необхідно оптимізувати режими роботи адсорбційних систем осушування природного газу, виходячи з поточних умов їх експлуатації. Створення методики, яка б дала змогу зменшити експлуатаційні витрати технологічного обладнання з одночасним забезпеченням встановлених вимог до вмісту вологи в товарному природному газі, є актуальним завданням.

На сьогодні режими експлуатації адсорбційних систем осушування природного газу регламентуються виробником з огляду на усереднені значення умов використання. При цьому не враховують можливих

змін технологічних режимів експлуатації та термодинамічних параметрів газу, з якого буде вилучено вологу. Промислові дослідження режимів роботи адсорбційних систем осушування з метою їх оптимізації проводили для умов автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій [1]. Але результати попередніх досліджень не можуть бути безпосередньо використаними для створення методики оптимізації режимів роботи систем осушування на підприємствах видобувної галузі, тому що не враховують особливостей роботи технологічного обладнання та специфічних термодинамічних умов і складу природного газу.

Для визначення можливості застосування подібних методик на газовидобувних підприємствах ПАТ «Укргазвидобування» проведено ряд досліджень, метою яких було визначення граничних можливостей адсорбенту за існуючих технологічних умов, порівняння їх із запропонованими виробником та прогнозування режимів роботи технологічного обладнання, що дасть змогу оптимізувати режим експлуатації використаного обладнання.

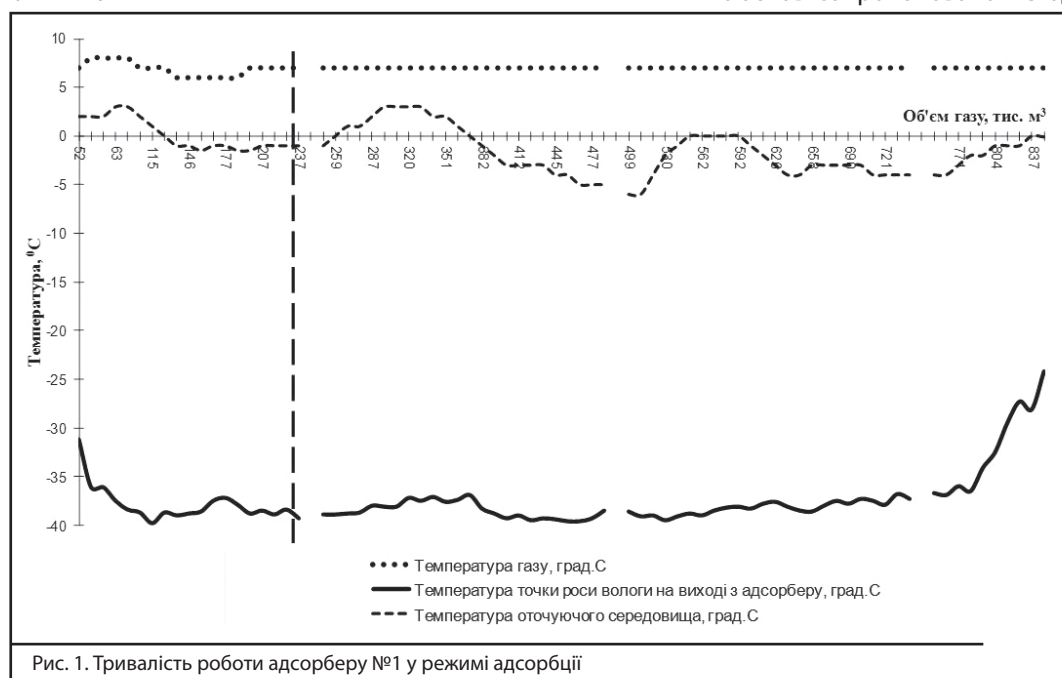
Дослідження та апробацію методики оптимізації режиму роботи адсорбційної системи осушування було проведено на адсорбційній установці, яка має два адсорбери. Як адсорбент використовували цеоліт марки NaA, властивості якого забезпечують достатньо високу вологоємність, вибірково адсорбційну здатність до пари вологи. За чинним регламентом, процес вилучення вологи (адсорбції) тривав протягом 24 год, а регенерації адсорбенту – 8 год. Режим роботи адсорберів – почерговий.

Для визначення можливості оптимізації режимів роботи системи осушування проведено ряд досліджень, метою яких було визначення максимальної ємності адсорбенту за вологою та часу, необхідного для його регенерації. Відповідно до методики, дослідження проводили в два етапи: на першому визначали максимальну кількість вологи, яку здатен поглинути адсорбент за умов забезпечення нормованих значень вологовмісту осушеного природного газу; на другому – розраховано максимальну кількість газу, яка може бути осушеною за поточних режимів роботи технологічного обладнання.

Результати досліджень

Для визначення максимальної кількості вологи, яку здатен поглинути адсорбент, проведено вимірювання температури точки роси вологи природного газу на виході з адсорбера протягом його роботи в режимі адсорбції. Вимірювання проводили до тих пір, поки виміряні значення вологості природного газу протягом двох серій вимірювань (враховуючи похибку вимірювань) не починали наближуватися до нормованих.

Після проведення вимірювань визначено загальний об'єм природного газу, з якого вилучено вологу за допомогою даного адсорбера, та визначено масу вологи, яку вилучив адсорбент. Отримані значення для дослідженого адсорбера зображено у вигляді графіка на рис. 1.



На цьому графіку вертикальною лінією обмежено кількість газу, з якого потрібно вилучати вологу за умовою використання запропонованого виробником регламенту. Як видно з отриманих даних, адсорбент, який міститься в адсорбері 1, здатен вилучити вологу (за даних параметрів роботи технологічного обладнання та термодинамічних параметрів газу) із кількості природного газу втричі більшої, ніж запропоновано регламентом.

Після того, як адсорбер відпрацював цикл у режимі адсорбції, було розпочато процес регенерації адсорбенту та контролювання температур газу на його вході та виході. Мета контролювання вказаних температур

полягала у визначенні тривалості процесу регенерації, достатньої для випаровування з адсорбенту поглинутої вологи. Значення тривалості циклу адсорбції підтвердили значення, рекомендовані регламентом, запропонованим розробником системи осушування.

Беручи до уваги циклічність роботи системи осушування, можна зробити припущення про незмінність режимів її роботи за однакових технологічних параметрів протягом досить значного відрізка часу (за достатньої кількості циклів роботи), а відповідно, й отримати можливість спрогнозувати стан системи у будь-який час із достатньою часткою вірогідності отриманих значень вологовмісту осушеного природного газу.

На наступному етапі досліджень за запропонованою методикою було вирішено зворотну задачу, а саме: за отриманим значенням ємності адсорбера за вологою та поточними технологічними режимами роботи системи осушування визначено прогнозовану кількість природного газу, з якого буде вилучено вологу до забезпечення нормованого значення вологості газу. Потрібно зазначити, що подібні розрахунки можна проводити кожного разу після введення адсорбера в технологічний ланцюг режиму адсорбції, що допоможе спрогнозувати об'єм газу (або проміжок часу за сталої витрати газу), протягом якого буде експлуатуватися цей адсорбер у режимі адсорбції.

На основі запропонованої методики було розробле-

но стандарт ПАТ «Укргазвидобування»: СОУ 09.1-30019775-219:2013 «Видобування та підготовка природного газу. Система осушування газу адсорбційним методом. Методика оптимізації режиму роботи» [2], призначений для застосування на установках підготовки природного газу підприємств ПАТ «Укргазвидобування», які здійснюють осушування газу за допомогою

адсорбентів. Розрахунок режимів роботи системи осушування запропоновано проводити із використанням електронної програми, яка є складовою частиною стандарту. При цьому розрахована за методикою [2] тривалість циклу адсорбції, на відміну від наведеної виробниками, є оптимальною для конкретної установки, із конкретним поглиначем, у конкретному стані та за конкретних умов експлуатації.

Під час упровадження цього стандарту на підприємствах ПАТ «Укргазвидобування» було здійснено моніторинг значень температури точки роси вологи на виході з адсорберів наприкінці розрахованого терміну

його роботи в режимі адсорбції. Метою проведених досліджень було забезпечення стабільної якості природного газу за показником «вологість» на виході з системи осушування та встановлення терміну проведення чергових випробувань для визначення ємності адсорберу за вологою. За результатами досліджень, чергові випробування рекомендовано проводити з періодичністю не більшою, ніж один раз на рік.

Під час проведення розрахунків було відмічено, що найбільший вплив на кількість природного газу, з якого може бути видалено вологу до її нормованого вмісту, мають тиск газу та температура точки роси вологи на вході до адсорберу. Тому, приймаючи ці параметри з визначеною часткою ймовірності, можна спрогнозувати розраховані параметри протягом року. Розраховані значення кількості природного газу, з якого може бути видалено вологу до її нормованого вмісту протягом року (з урахуванням визначеної попередньо ємності адсорберів), наведено у вигляді графіка на рис. 2 (порівняно з даними, встановленими регламентом).

Проаналізувавши розраховані значення кількості газу, з якого може бути видалено вологу протягом одного циклу адсорбції для кожного адсорбера, можна зробити висновок, що регламентовані значення тривалості роботи адсорберів у режимі адсорбції

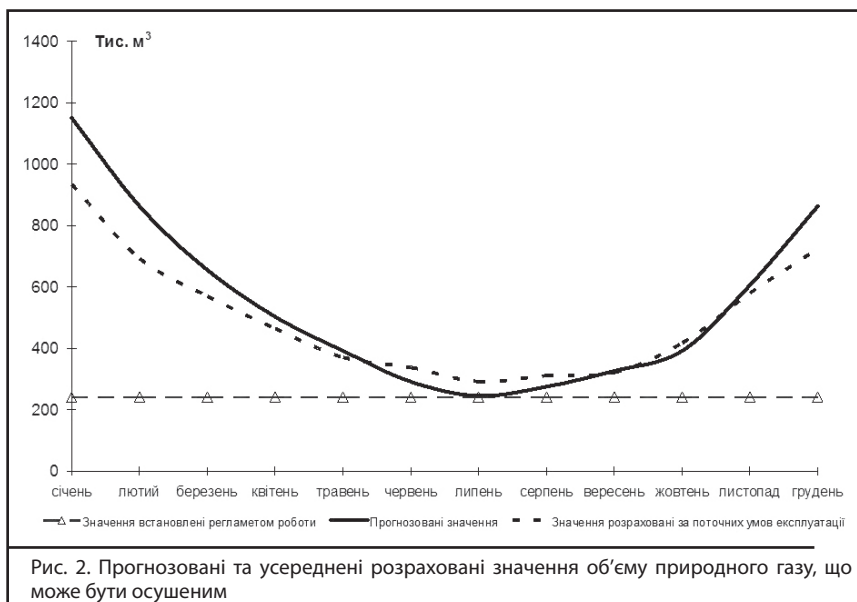


Рис. 2. Прогнозовані та усереднені розраховані значення об'єму природного газу, що може бути осушеним

раціонально використовувати протягом двох–п'яти місяців. Протягом останніх місяців термін роботи адсорберів у режимі адсорбції може бути подовженим, при чому в окремі проміжки часу – майже втричі, що допоможе зберегти ресурс використання адсор-

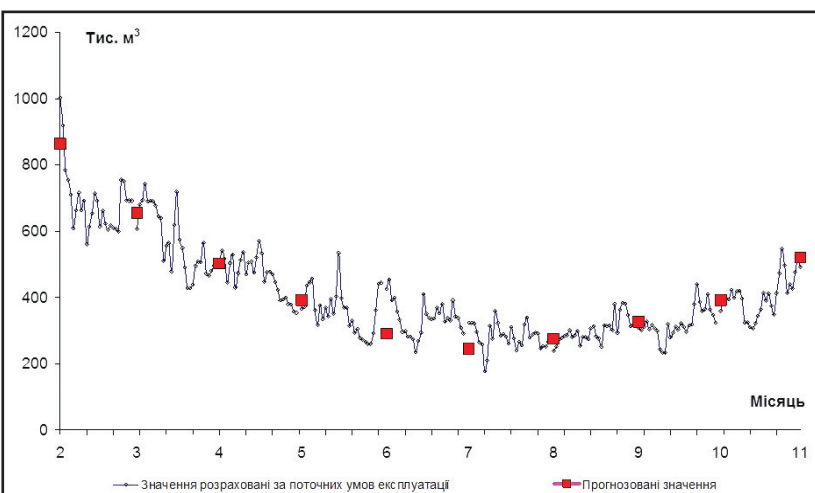


Рис. 3. Прогнозовані та розраховані за поточних умов експлуатації протягом року значення об'єму природного газу, що може бути осушеним одним із адсорберів

бенту та значну кількість паливного газу, який використовують для підігріву газу в режимі регенерації.

Із метою перевірки можливості прогнозування режимів роботи системи осушування природного газу протягом року було проаналізовано технологічні режими роботи адсорберів системи осушування газу та розраховано об'єм осушеного газу. Результати розрахунків показали, що дані, які були прогнозовані на початку року, достатньою мірою співпадають із розрахованими значеннями для поточних режимів роботи системи осушування упродовж року. На рис. 3 наведено графіки зміни кількості осушеного газу протягом року, які демонструють збіг розрахованих і прогнозованих даних.

Отже, результати проведених досліджень довели можливість прогнозування режимів роботи адсорбційних систем осушування природного газу і доцільність використання для цієї мети розрахункової методики, викладеної в стандарті [2], для кожної окремої системи осушування.

Отже, результати проведених досліджень довели можливість прогнозування режимів роботи адсорбційних систем осушування природного газу і доцільність використання для цієї мети розрахункової методики, викладеної в стандарті [2], для кожної окремої системи осушування.

Висновки

За допомогою запропонованої методики, яка знайшла своє відображення в нормативному документі, можна визначати оптимальний технологічний режим роботи систем осушування природного газу.

Застосування методики стандарту дає можливість максимально вико-

ристовувати здатність адсорбенту поглинати надлишкову вологу, що міститься у природному газі; подовжити термін його експлуатації; зменшити експлуатаційні витрати; забезпечити безперебійну роботу та збільшення терміну безремонтної експлуатації газового обладнання.

Список використаних джерел

1. **Рубанова І.А.** Оптимізація роботи системи осушування компримованого природного газу на АГНК / І.А. Рубанова, Е.Г. Чернов, І.А. Орлов, О.Л. Швейкін // Питання розвитку газової промисловості України. – 2009. – Вип. № XXXVIII. – С. 277–279
2. **Видобування та підготовка природного газу.** Система осушування газу адсорбційним методом. Методика оптимізації режиму роботи: СОУ 09.1-30019775-219:2013. – [Чинний від 2014-01-20]. – К.: ПАТ «Укргазвидобування», 2013. – 12 с. – (Стандарт організації України).