

РОЗРОБКА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ РОДОВИЩ

УДК 622.276.72

ТЕХНОЛОГІЯ АНТИГІДРАТНОГО ТА АНТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ ГАЗОПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПЛЕКСНОГО ІНГІБІТОРУ НА ОСНОВІ БІШОФІТУ

¹В.І. Дмитренко, ²І.Г. Зезекало, ²О.О. Іванків

¹Полтавський університет економіки і торгівлі, 36014 м. Полтава, вул. Ковалю, 3;
тел. +38(05322) 21687; e-mail: puskuchem@mail.ru

²Полтавське відділення Українського державного геологорозвідувального інституту,
36002 м. Полтава, вул. Фрунзе 149; тел. +38(0532) 592666; e-mail: 43yalo@rambler.ru

Запропоновано нову перспективну технологію антигідратного та антикорозійного захисту газопромислового обладнання із застосуванням комплексного інгібітору OV-07 на основі бішофіту, яка включає попереднє підготовлення розчину бішофіту, приготування комплексного інгібітору в промислових умовах, введення інгібітору в газорідний потік у стовбур свердловин, викидні лінії та установки підготовки газу, а також його теплової або хімічної регенерації.

Ключові слова: гідратування, корозія, інгібітор, інгібіторний захист, природний газ, бішофіт, газові гідрати.

Предложена новая перспективная технология антигидратной и антикоррозионной защиты газопромислового оборудования с применением комплексного ингибитора OV-07 на основе бисхофита, которая включает предварительную подготовку раствора бисхофита, приготовление комплексного ингибитора в промышленных условиях, подачу ингибитора в газожидкостный поток в ствол скважины, выкидные линии и установки подготовки газа, а также его тепловую и химическую регенерацию.

Ключевые слова: гидратообразование, коррозия, ингибитор, ингибиторная защита, природный газ, бисхофит, газовые гидраты.

The new perspective technology antihydrate and anticorrosive protection of the gas production equipment with using complex inhibitor OV-07 on the basis of bischofite are offered. It includes preliminary preparation of the bischofite solution, preparation the complex inhibitor in production conditions, giving inhibitor on gas-liquid stream in the chink trunk, the lines off and the outfit for gas preparation, and also its thermal and chemical regeneration.

Keywords: hydrate formation, corrosion, inhibitor, inhibition protection, natural gas, bischofite, gas hydrate.

Ускладнення під час видобування та підготовки газу до транспортування часто пов'язані з гідратуванням та корозією газопромислового обладнання, тому експлуатація більшості родовищ України вимагає використання комплексних технологій антигідратного і антикорозійного захисту. На цей час інгібіторний захист є одним із найбільш простих, ефективних і в багатьох випадках економічно доцільним методом боротьби з гідратуванням та корозією.

Сьогодні багато газонафтових компаній, турбуючись про скорочення експлуатаційних витрат, згадали про ті технології, які були відомі достатньо давно. На сьогоднішній день накопичено певний досвід використання електродів для попередження гідратування, до

числа яких відноситься і бішофіт, запаси якого в Дніпрово-Донецькій западині досить значні. Широке науково-дослідницькі роботи з вивчення антигідратних властивостей бішофіту розпочаті під керівництвом В.І. Семіна (Росія). Однак під час застосування непередбачених природних розчинів бішофіту спостерігається корозія обладнання та відкладення солей. В Україні є досвід використання комплексного інгібітору на основі бішофіту ІГК-1. Основними недоліками інгібітору ІГК-1 є тривалий час його приготування за рахунок повільного знесульфатування розчину бішофіту, низький ступінь видалення кальцій сульфату та неможливість утримування іонів заліза в розчині і, як наслідок, підвищений ризик виникнення відкладів

кальцій сульфату й окисів заліза на трубному обладнанні.

У Полтавському відділенні Українського геологорозвідувального інституту розроблений та запатентований новий удосконалений комплексний інгібітор гідратуутворення і корозії на основі бішофіту OV-07 [1]. Цей інгібітор дозволяє знизити температуру гідратуутворення на $\approx 30-32^{\circ}\text{C}$, має захисний ефект від корозії 97,6-99,2% відносно модельного середовища пластових вод. Інгібітор водорозчинний, не стабілізує водно-нафтові емульсії, стійкий до окислення, нетоксичний, вибухо- та пожегобезпечний, порівняно недорогий.

Мета дослідження: попередження процесів гідратуутворення та вуглекислотної корозії під час експлуатації газоконденсатних родовищ шляхом використання вітчизняної, доступної, недорогої сировини замість вартісних метанолу і інгібіторів корозії.

Завдання дослідження: розроблення та впровадження технології антигідратного та антикорозійного захисту газопромислового обладнання в системах видобування та підготовки вуглеводневої сировини до транспортування із застосуванням комплексного інгібітору OV-07 на основі бішофіту.

Розроблена технологія антигідратного та антикорозійного захисту газопромислового обладнання включає попереднє підготовлення розчину бішофіту, приготування комплексного інгібітору OV-07 в промислових умовах, введення інгібітору в газорідний потік у стовбур свердловин, викидні лінії та установки підготовки газу, а також його теплової або хімічної регенерації з метою повторного застосування.

Технологія приготування інгібітору OV-07 ґрунтується на механічному перемішуванні компонентів за певною послідовністю:

- 1) попередня обробка бішофіту каталізатором осадження сульфатів;
- 2) обробка бішофіту кальцій хлоридом;
- 3) видалення осаду;
- 4) приготування інгібітору робочої концентрації;
- 5) введення інгібітору корозії;
- 6) введення стабілізатора іонів заліза [2].

Простота технології дає можливість готувати інгібітор безпосередньо на газопромислі. Промислові випробування здійснені на Східно-Полтавському бішофітовому родовищі свідчать, що приготування комплексного інгібітору запропонованим способом забезпечує збільшення швидкості осідання кальцій сульфату порівняно з традиційним (без використання каталізатора осадження сульфатів – КАПБ) у 4 рази. Дані хімічного аналізу проби розчину показали, що вміст сульфат-іонів становить 0,03%, ступінь осадження CaSO_4 зріс у 7,5 рази, при цьому об'єм осаду зменшився у 3 рази, а кількість хлоридів у ньому не перевищувала 1,7% від загального об'єму. Ступінь захисту за даними корозійних досліджень становить 98,4%, ступінь утримування заліза – 97,6%.

Введення інгібітору OV-07 в газорідний потік в залежності від видобувних характеристик свердловини, може здійснюватися за двома схемами: замкнений та напівзамкнений цикл (рис. 1).

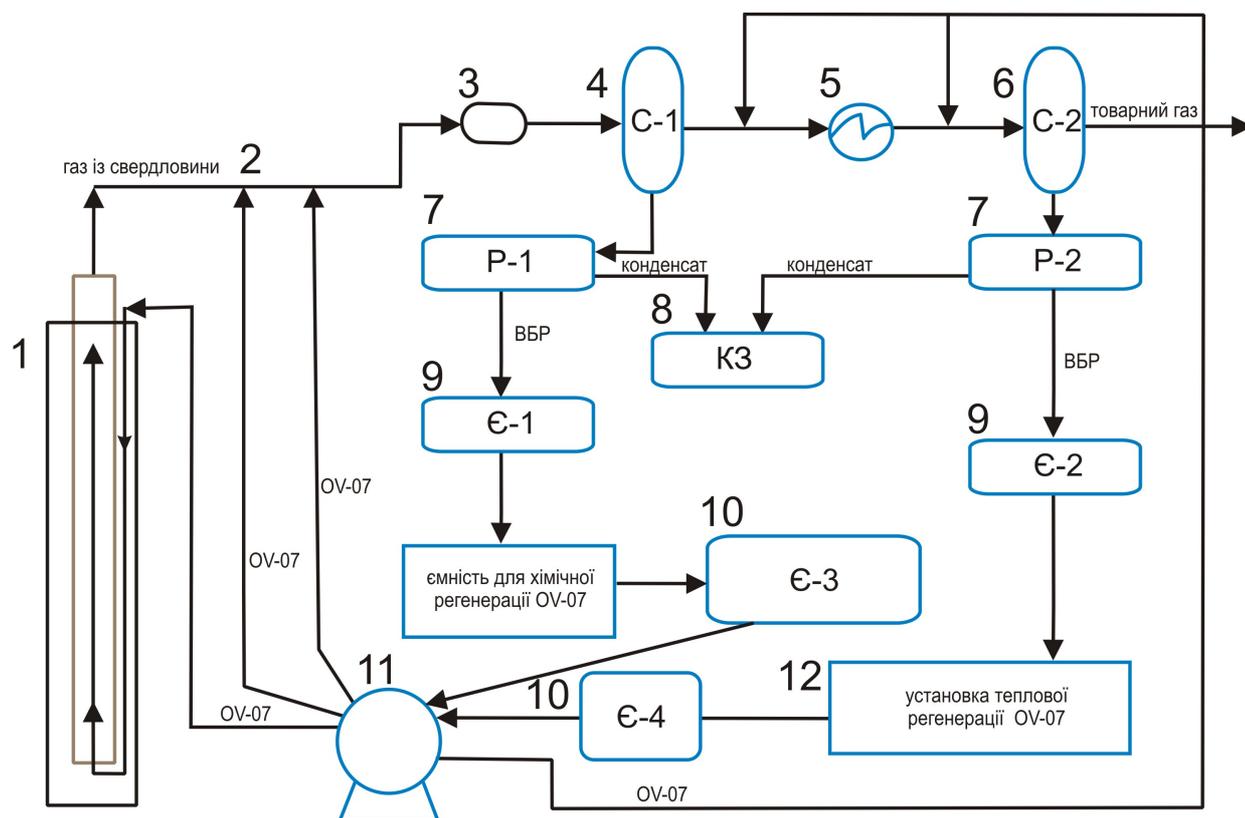
Замкнений цикл використання комплексного інгібітору передбачає його введення на вибій свердловини 1 і в теплообмінне 5 обладнання установки комплексного підготовлення газу (УКПГ) (рис. 1). Розрахована кількість інгібітору комплексної дії потрапляє в міжтрубний простір за допомогою дозувальних насосів 11. Закачаний у свердловину реагент проходить через затрубний простір і далі з флюїдом по колоні насосно-компресорних труб досягає устя, забезпечуючи безгідратний режим у стовбурі свердловини і фонтанній арматурі викидного трубопроводу та інгібуючи їх внутрішню поверхню від вуглекислотної корозії. Потім, проходячи по шлейфові 2, рухається до сепаратора I ступеня 4, інгібує внутрішню поверхню викидного трубопроводу, поверхню газозбірних установок. Можливе додаткове введення інгібітору в системи промислового збирання вуглеводневої сировини, у вузол вхідних ниток промислу 3, дросель перед НТС. Розподіл інгібітору в свердловину і шлейф здійснюється автоматичним пристроєм.

Рідина (вода і конденсат), що виділяється в сепараторах 4 б, збирається в розділювальні ємності 7, з яких вода подається в накопичувальні ємності 9, а вуглеводнева рідина – у конденсатозбірник 8. Відпрацьований інгібітор з накопичувальної ємності 9 подається на регенерацію.

Проведено розрахунки для визначення граничних умов економічно доцільного використання хімічного способу регенерації комплексного інгібітору. Встановлено, що розбавлення інгібітору пластовою водою має не перевищувати 2 (масова частка MgCl_2 не нижче 13%). Питомі витрати концентрованого бішофіту становлять від $2,5 \text{ м}^3$ на 1 м^3 відпрацьованої рідини і зменшуються зі збільшенням у ній концентрації MgCl_2 .

Поряд із повним циклом розроблено напівзамкнений цикл використання комплексного інгібітору. Він передбачає введення комплексного інгібітору в теплообмінне обладнання 5 і за необхідності перед дроселем НТС УКПГ, де внаслідок зміни термобаричних умов створюються умови для гідратуутворення. Воднобішофітовий (ВБР) розчин з роздільника II ступеня сепарації направляється на теплову регенерацію в колону випарювання 12. Регенований інгібітор густиною $1230-1250 \text{ кг/м}^3$ насосами відвантажується у накопичувальні ємності 10, звідки повертається в цикл. Необхідно здійснювати контроль концентрації натрій хлориду у воднобішофітовому розчині на рівні менше 1,4% для попередження солевідкладів.

Напівзамкнений цикл використання інгібітору OV-07 особливо ефективний на родовищах, де в стовбурах і шлейфах свердловин гідратуутворення не спостерігається. Основний ефект від його застосування полягає в позитив-



1 – свердловина; 2 – шлейф; 3 – вузол входу в УКПГ; 4 – сепаратор I ступеня; 5 – теплообмінник; 6 – сепаратор II ступеня; 7 – розділювальні ємності; 8 – конденсатозбірник; 9 – накопичувальні ємності відпрацьованого інгібітору з водою; 10 – ємність регенованого інгібітору; 11 – дозувальні насоси подачі комплексного інгібітору гідратуутворення та корозії; 12 – установка регенерації

Рисунок 1 – Технологічна схема застосування комплексного інгібітору OV-07 на газоконденсатному родовищі

ному виділенні інгібітору на II ступені сепарації, збереженні концентрації внаслідок мінімального розбавлення залишками вологи газу, а отже, зменшенні часу та витрат енергії на регенерацію.

Для реалізації технології на УКПГ крім монтажу блоку регенерації, інших робіт з реконструкції установки не передбачається.

Норма витрат на кожній індивідуальній ділянці розраховують за формулою 1:

$$Q_T = Q \cdot K, \quad (1)$$

де: Q_T – мінімально необхідні (теоретичні) питомі витрати (концентрованого або регенованого) інгібітору, концентрації X ; K – коефіцієнт запасу на невраховані фактори, що коливається в діапазоні 1,05-1,25.

Нормування введення інгібітору враховує всі точки його втрат як технологічні, так і на інші виробничі потреби (тобто норма є сумою всіх видів втрат з урахуванням коефіцієнту запасу, а також повернення хімреагенту в технологічний цикл) і визначається за рівнянням 2:

$$Q_I = Q_T - Q_{II} + \Sigma q_i, \quad (2)$$

де: Q_T – норма витрат на технологічний процес; Q_{II} – норма питомої кількості інгібітору, яка повертається в цикл; Σq_i – сума норм додаткових (виробничих) витрат.

У роботі В.Г. Квона запропоновано уточнений методичний підхід до нормування всіх типів інгібіторів гідратуутворення, включаючи і нові класи інгібіторів «низького дозування» [3].

На практиці нормування формулу розрахунку теоретичних витрат інгібітору слід використовувати декілька разів (тобто на кожній технологічній ділянці, де можливе утворення гідратів) та потім підсумовувати отримані витрати інгібітору, що подається, за кожною точкою його введення.

Запропонована технологія впроваджена на Кавердинському газоконденсатному родовищі. Результати промислових випробувань підтвердили її ефективність:

1) швидкість рівномірної корозії при постійній циркуляції інгібітору в системі не перевищила 0,01 мм/рік,

2) гідратуутворення у свердловині і на УКПГ не виявлено. Крім того досягнуто значного економічного ефекту.

Таким чином, мета роботи досягнута – розроблена технологія антигідратного та антикорозійного захисту газопромислового обладнання з використанням комплексного інгібітору OV-07 дозволяє експлуатувати свердловину в умовах гідратуутворення й інтенсивної вуглекислотної корозії за відсутності двох інгібіто-

ропроводів і не проводити малоефективні та тривалі ремонти, зберігаючи фінансові ресурси підприємства, які можна спрямувати на більш суттєві проблеми. Економічний ефект досягається за рахунок використання недорогої сировини (комплексний інгібітор OV-07) замість вартісних метанолу та інгібіторів корозії, а також економії інгібіторної рідини внаслідок її регенерації.

Література

1 Пат. № 32436 Україна, МПК(2006) E21B 43/11. Комплексний інгібітор гідратуутворення та корозії OV-07 / Дмитренко В.І., Зезекало І.Г., Іванків О.О.; заявник і власник Український державний геологорозвідувальний інститут. – № u 2008 01115; заявл. 30.01.2008р.; опубл. 12.05.2008, Бюл. №9.

2 Патент №32753 Україна, МПК(2006) E21B 43/11. Спосіб підготовки та приготування комплексного інгібітору гідратуутворення та корозії OV-07 / Дмитренко В.І.; заявник і власник Український державний геологорозвідувальний інститут. – № u 2008 01113; заявл. 30.01.2008р.; опубл. 26.05.2008, Бюл. № 10.

3 Квон В.Г. Термодинамическое моделирование фазовых равновесий углеводородных систем с водой и газовыми гидратами для повышения эффективности технологий в добыче газа : автореф. дис. канд. техн. наук : спец. 25.00.17 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» / В. Г. Квон. – М., 2008. – 25 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії

11.10.10

Рекомендована до друку канд. техн. наук

П.І.Світалком