

Пропоновний винахід відноситься до газової промисловості та може бути використаний при закачці газу у підземне сховище та його відборі із сховища.

Відомий спосіб експлуатації підземних сховищ газу у багатопластових неоднорідних колекторах (А.С. СССР № 15127874, кл. В65G5/00, 1987, БИ № 37), який включає буріння свердловин, кожну з яких обладнують обсадною та центральною коло-нами труб та розміщеними у міктрубному просторі між пластами пакерами, визначення проникності кожного пласта, закачку та відбір газу, що зберіга-ється, у розташовані один над другим пласти, кон-троль продуктивності закачки, яку здійснюють у кожний пласт через центральну колонну та міктру-бний простір окремо, при цьому спочатку запов-нюють газом пласт з меншою проникністю, а при досягненні продуктивності закачки, яка дорівнює початковій продуктивності пласта з більшою про-никністю, закачку газу здійснюють у обидва пласти.

Даний спосіб експлуатації підземних сховищ газу таким же чином, як і даний спосіб закачки газу у підземне сховище та його відбору, включає зака-чку і відбір газу із сховища та контроль параметрів перекачуваного газу. Проте, відсутність при зака-чуванні газу контролю тиску газу в магістральному газопроводі, тиску та витрат газу на виході техно-логічної схеми закачки та корегування режиму ро-боти технологічної схеми закачки або зміни техно-логічної схеми закачки для підтримання максима-льного значення тиску газу на виході технологічної схеми закачки при відхиленні тиску газу в магіст-ральному газопроводі від величини, при якій був встановлений даний режим роботи технологічної схеми закачки, на величину, більшу встановленого порогу, а при відборі газу - відсутність контролю тиску та витрати газу в магістральному газопрово-ді та витрати газу на виході технологічної схеми відбору та підтримання витрати газу на рівні за-планованих величин витрат газу, відсутність змін режиму роботи технологічної схеми відбору або самої технологічної схеми відбору при відхиленні витрат газу в магістральному газопроводі або пла-нованих витрат газу на величину, більшу встанов-леного порогу, таким чином, щоб забезпечити не-обхідні витрати газу на виході технологічної схеми відбору, різко знижують ефективність роботи scho-вища газу.

Так, при закачці газу, яка виконується впро-довж декількох місяців, тиск газу в магістральному газопроводі, з якого відбирають газ для закачки, значно змінюється, відхилення тиску може досяга-ти 30-40% від номінальної його величини як в сто-рону зростання, так і в сторону зменшення, при цьому при зменшенні тиску в магістральному газо-проводі зменшується тиск на виході технологічної схеми закачки, що призводить до зростання ви-трат газу у сховищі (збільшенню застійних зон), а збільшення тиску в магістральному газопроводі може призвести до перевищення максимально до-пустимого тиску газу на виході технологічної схеми закачки, що неможливо допустити, тому що може призвести до порушення структури сховища та йо-го руйнуванню, а заходи запобігання підвищенню тиску на виході технологічної схеми закачки, ве-дуть до втрат газу. При відборі газу при коливаннях витрат газу в магістральному газопроводі або при зміні витрат газу, що плануються, на виході технологічної схеми відбору виникає, з одного бо-ку, можливість надлишкових витрат газу, який по-дається із сховища в магістральний газопровід, а з другого - можливість недопостачання газу в магіс-тральний газопровід.

Відомий спосіб закачки газу в підземне схови-ще (А.с. СССР № 1399584, кл. F17D1/07, 1988, БИ № 20), який включає ступінчасте компримування з використанням стисненого газу високого тиску на кожному ступені для ежектування додаткового об'єму газу низького тиску, компримування та еже-ктування на кожному ступені на одному режимі од-нією групою ежекторів при прийнятому максима-льному, постійному коефіцієнті ежекції до розра-хункового підвищення тиску у сховищі, виконання при цьому, компримування та ежектування після першого ступеня з використанням як високонапор-ний газ газу на виході наступного ступеня компри-мування, а як низьконапорного газу - стисненого газу на виході попереднього ступеня компримування і ведуть закачку газу до розрахункового під-вищення тиску послідовного ступеню ежектування.

Даний спосіб закачування газу так, як і даний спосіб закачування газу в підземне сховище і його відбору, включає закачку та відбір газу із сховища та контроль параметрів газу. Проте, відсутність ко-нтролю тиску газу в магістральному газопроводі, тиску і витрати газу на виході технологічної схеми закачки і корегування режиму роботи технологічної схеми закачки або зміни технологічної схеми зака-чки для підтримання максимального значення тис-ку газу на виході технологічної схеми закачки при відхиленні тиску газу в магістральному газопроводі від величини, при якій було встановлено даний ре-жим роботи технологічної схеми закачки, на вели-чину, більшу встановленого порогу, а при відборі газу відсутність контролю тиску та витрати газу в магістральному газопроводі і витрати газу на ви-ході технологічної схеми відбору і підтримання ви-трат газу, рівному планованим витратам газу, від-сутність зміни режиму роботи технологічної схеми відбору або самої технологічної схеми відбору при відхиленні витрат газу в магістральному газопрово-ді або планованих витрат газу на величину, більшу встановленого порогу, таким чином, щоб забезпе-чити потрібні витрати газу на виході технологічної схеми відбору, різко знижують ефектвність робо-ти сховищ газу. Так при закачці газу, яка здійсню-ється на протязі кількох місяців, тиск газу в магіст-ральному газопроводі, із якого відбирають газ для закачки, змінюється в широких межах, відхилення тиску може дорівнювати 30-40% від номінальної величини тиску як в сторону збільшення, так і в сторону зменшення, при цьому при зменшенні тис-ку зменшується тиск на виході технологічної схеми закачки, що призводить до збільшення втрат газу у сховищах (збільшення застійних зон), а при збіль-шенні тиску в магістральному газопроводі може призвести до підвищення максимально допустимо-го тиску газу на виході технологічної схеми закач-ки, що недопустимо, тому що може привести до порушення структури сховища та його руйнування, а заходи, які запобігають підвищення тиску на вхо-ді технологічної схеми закачки, приводять до втра-ти газу. При відборі газу при коливаннях витрат га-зу в магістральному газопроводі або при зміні ви-трат газу, що плануються, на виході технологічної схеми відбору виникає, з одного боку, можливість надлишкових витрат газу, який подається із scho-вища в магістральний газопровід, а з другого - мо-жливість недопостачання газу користувачам.

Найбільш близьким по технологічній суті явля-ється спосіб закачки газу в підземне сховище (А.с. СССР № 1173126, кл. F17D1/07, 1985, БИ № 30), який включає компримування з використанням га-зу високого тиску з

виходу кожного агрегата для ежектування додаткового об'єму газу низького тис-ку, який здійснюється за допомогою групи оптима-льних для будь-якого числа одночасно працюючих компресорних агрегатів і ежекторів, підключених до вхідних колекторів газу високого і низького тис-ку усіх ступенів компримування, які настроєні на послідовне підвищення тиску суміші газу у кожній групі від 0,2 до 1,5 Мпа, при цьому проводять по-переджувальне підключення наступної групи в режимі закачки газу та відключення попередньої гру-пи ежекторів після виводу на режим наступної під-ключеної групи. Цей спосіб експлуатації підземних сховищ газу так само, як і заявлюваний спосіб за-качки газу у підземне сховище та його відбору включає закачку та відбір газу із сховища та конт-роль параметрів газу. Однак, відсутність контролю тиску газу в магістральному газопроводі, тиску та витрат газу на виході технологічної схеми закачки при коректуванні режиму роботи технологічної схе-ми закачки або зміни технологічної схеми закачки для підтримання максимального значення тиску газу на виході технологічної схеми закачки при від-хиленні тиску газу в магістральному газопроводі від величини, при якій було встановлено даний режим роботи технологічної схеми закачки, на ве-личину, більшу встановленого порога, а при відбо-рі газу відсутність контролю тиску та витрат газу в магістральному газопроводі та витрат газу на ви-ході технологічної схеми відбору та підтримання витрат газу, на рівні запланованих витрат газу, відсутність змін режиму роботи технологічної схе-ми відбору або самої технологічної схеми відбору при відхиленні витрат газу в магістральному газо-проводі або планованих витрат газу на величину, більшу встановленого порога, таким чином, щоб забезпечити необхідні витрати газу на виході техно-логічної схеми відбору, різко знижують ефектив-ність роботи сховища газу через втрати газу. Так, при закачці газу, яка виконується впродовж декіль-кох місяців, тиск газу в магістральному газопрово-ді, з якого відбирають газ для закачки, значно змінюється, відхилення тиску може досягати 30-40% від номінальної величини тиску як у сторону зрос-тання, так і в сторону зменшення, при цьому при зменшенні тиску зменшується тиск на вході техно-логічної схеми закачки, що призводить до зростан-ня втрат газу у сховищі (збільшенню застійних зон), а збільшення тиску в магістральному газо-проводі може призвести до перевищення макси-мально допустимого тиску газу на виході техноло-гічної схеми закачки, що неможливо допустити, то-му що це може призвести до порушення структури сховища та його руйнування, а заходи запобігання підвищення тиску на виході технологічної схеми закачки, ведуть до втрат газу. При відборі газу при колеваннях витрат газу в магістральному газопро-воді або при зміні витрат газу, що плануються, на виході технологічної схеми відбору виникає, з одного боку, можливість надлишкових витрат газу, який подається із сховища в магістральний газо-провід, а з другого боку - можливість недопоста-чання газу користувачам.

В основу винаходу, що пропонується, постав-лена задача удосконалення способу закачки газу в підземне сховище та його відбору за рахунок під-вищення ефективності роботи сховища газу, який можна досягти за рахунок зменшення витрат газу, з одного боку, через більш швидкий та рівномірний розподіл газу у всьому об'ємі сховища (скорочення застійних зон) шляхом закачки газу з максималь-но-допустимим тиском, який підтримується при змінах тиску в магістральному газопроводі, а з другого боку, підтриманням витрат газу при відбо-рі, рівним планованим витратам газу.

Поставлена задача може бути вирішена тим, що у відомому способі закачки газу в підземне схо-вище та його відбору, який включає компримуван-ня газу, його закачку у сховище та відбір із схови-ща, згідно винаходу, при закачці газу контролюють тиск газу в магістральному газопроводі, тиск та ви-трати на виході технологічної схеми закачки, нагні-тання газу виконують при максимально допусти-мому тиску газу на виході технологічної схеми за-качки і максимально можливої, при даному тиску в магістральному газопроводі, витраті газу, при від-хиленні тиску газу в магістральному газопроводі від величини, для якої був встановлений даний режим роботи технологічної схеми закачки, на ве-личину, більшу встановленого порога, виконують коригування режиму роботи технологічної схеми закачки або зміну технологічної схеми закачки та-ким чином, щоб тиск газу на виході технологічної схеми закачки був максимально допустимим, а при відборі газу контролюють тиск та витрати газу в магістральному газопроводі та витрати газу на ви-ході технологічної схеми відбору та підтримують витрати газу на виході технологічної схеми відбо-ру, рівними планованим, при зміні витрат газу в магістральному газопроводі або планованих ви-трат газу на величину, більшу встановленого по-рога, змінюють технологічну схему відбору або ре-жим її роботи таким чином, щоб забезпечити на виході технологічної схеми відбору потрібні витра-ти газу.

Введення при закачці газу контролю тиску газу в магістральному газопроводі і тиску та витрат га-зу на виході технологічної схеми закачки, закачки газу при максимально допустимому тиску газу на виході технологічної схеми закачки, який підтри-мують шляхом коригування режиму роботи техно-логічної схеми закачки або змінення технологічної схеми закачки при зменшенні або зростанні тиску в магістральному газопроводі на величину, більшу встановленого порога від величини, при якій був встановлений даний режим роботи технологічної схеми закачки, дозволяє підтримувати максималь-ний тиск весь час закачки і, в наслідок цього, зме-ншити витрати газу у сховищі, тому що газ най-більш швидко та рівномірно розподіляється по всьому обсязі сховища, що призводить до скоро-чення застійних зон у сховищі і підвищенню ефек-тивності роботи сховища.

Введення при відборі газу контролю тиску та витрат газу в магістральному газопроводі та ви-трат газу на виході технологічної схеми відбору, підтримання витрат газу на виході технологічної схеми відбору, рівним планованим витратам газу, що здійснюють зміною технологічної схеми відбору або режима її роботи при зміні витрат газу в магіс-тральному газопроводі або планованих витрат га-зу на величину, більшу встановленого порога, до-зволяє оптимізувати відбір газу, а також підвищити ефективність роботи сховища.

Встановлений поріг зміни тиску газу при зака-чці визначається виходячи з статистичних даних по зміні тиску в магістральному газопроводі в пері-од закачки газу у сховище і складає, в залежності від сховища, величину від 5% до 20% від номіна-льної величини тиску в магістральному газопро-воді.

Встановлений поріг зміни планованих витрат газу при відборі визначається виходячи з статис-тичних даних по зміні витрат в період відбору газу із сховища та складає, у залежності від сховища, величину від 5% до 20% від номінальних витрат газу на виході технологічної схеми відбору.

Приклад здійснення способу.

У відповідності з запланованим способом на початкові закачки визначають максимальний тиск газу на виході технологічної схеми закачки - $P_{\text{макс}}$ (наприклад, виходячи з максимально можливого пластового тиску у сховищі - $P_{\text{макс.сх.}}$, який визначається по методиці, наведеній у статті Р.Ф. Гіме-ра, Б.П. Савківа "Про максимально можливі пластові тиски в газосховищах Прикарпаття", Нафтова і газова промисловість. – К., 1996. - № 4, по формулі $P_{\text{макс}} = P_{\text{макс.сх.}} + P_{\text{втр.}}$, де $P_{\text{макс}}$ - максимальний тиск газу на виході технологічної схеми закачки, $P_{\text{втр.}}$ - тиск газу, який втрачається в трубопроводах, по яких газ подається у сховище), та необхідні витрати газу через технологічну схему закачки, виходячи з дебітів підключених свердловин, далі вимірюють тиск газу в магістральному газопроводі, з якого відбирається газ для закачки у сховище, і по величині його тиску визначають та встановлюють технологічну схему закачки газу, яка забезпечує необхідні витрати газу через технологічну схему закачки при розрахованому максимальному тиску газу на виході технологічної схеми закачки та починають закачку газу у сховище. В процесі закачки контролюють тиск та витрати газу на виході технологічної схеми закачки та тиск в магістральному газопроводі. При відхиленні тиску в магістральному газопроводі на величину, меншу встановленого порога, коректують режим технологічної схеми закачки газу таким чином, щоб підтримати встановлені величини тиску та витрат газу на її виході. При відхиленні тиску газу в магістральному газопроводі на величину, більшу встановленого порога, також коректують режим технологічної схеми закачки газу таким чином, щоб підтримати встановлені величини тиску та витрат газу на її виході, а якщо це неможливо зробити при даній технологічній схемі закачки, то визначають нову технологічну схему закачки газу у сховище, яку встановлюють і продовжують закачку газу у сховище.

На початку відбору газу вимірюють тиск та витрати газу в магістральному газопроводі та витрати газу на виході технологічної схеми відбору та з урахуванням втрат газу, що плануються, визначають технологічну схему відбору, встановлюють її та починають відбір газу. При відборі газу контролюють тиск та витрати газу в магістральному газопроводі та витрати газу на виході технологічної схеми відбору, а у випадку відхилення витрат газу в магістральному газопроводі або планованих витрат газу на величину, меншу встановленого порога, змінюють режими устаткування технологічної схеми відбору газу таким чином, щоб підтримати плановані витрати газу на виході технологічної схеми відбору. При зміні витрат газу в магістральному газопроводі або планованих витрат газу на величину, більшу встановленого порога, також змінюють режими устаткування технологічної схеми відбору газу таким чином, щоб підтримати витрати газу на виході технологічної схеми відбору, рівним планованим витратам газу, а, якщо це неможливо зробити при даній технологічній схемі відбору, то визначають нову технологічну схему відбору, яку встановлюють і продовжують відбір та подачу газу в магістральний газопровід.

Виявлення можливих технологічних схем закачки та відбору газу та вибір оптимальної схеми може виконуватись за допомогою стандартного обчислювального комплексу, а сама схема може бути реалізована або автоматично або вручну за командами диспетчера (оператора) сховища.

Експериментальна перевірка способу на про-летарському сховищі газу показала, що при використанні даного способу відбір газу збільшився на 10%.