

УДК 622.279.23/4

DOI: 10.31471/2304-7399-2022-17(64)-157-168

УЗАГАЛЬНЕННЯ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ПІДГОТОВКИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ З ВИСОКИМ ВМІСТОМ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ

С. В. Матківський

*Акціонерне Товариство «Укргазвидобування»;
04053, м. Київ, вул. Кудрявська, 26/28,
тел./факс (04427) 2-31-15, e-mail: matkivskij@gmail.com*

На сьогоднішній день основна частина видобутку природного газу забезпечується з родовищ, які до певної міри виснажені, а більшість з них знаходяться на завершальній стадії розробки. Структура залишкових запасів вуглеводнів погіршується в часі через те, що відбір вуглеводнів здійснюється в основному із активної частини запасів родовищ. Вуглеводні, що знаходяться в обводнених покладах, щільних колекторах та виснажених покладах, які перебувають нижче межі рентабельності їх видобутку відносяться до важковидобувних.

Зважаючи на відсутність ефективних технологій, розробка цих запасів на сьогоднішній день здійснюється з дуже низькими темпами. Пошук оптимальних шляхів видобутку залишкових запасів є основною проблемою, необхідність вирішення якої набуває все більшої актуальності на фоні погіршення якості і структури запасів вуглеводнів. Перспективним напрямом підтримання рівня видобутку вуглеводнів є освоєння родовищ, пластовий газ яких характеризується високим вмістом діоксиду вуглецю. Підготовка вуглеводневої продукції таких родовищ може здійснюватися різними шляхами. До найбільш відомих методів очищення видобувного газу від діоксиду вуглецю відносять абсорбційні, адсорбційні методи, а також їх комбінації. Аналіз світової практики свідчить, що найбільш ефективними для обробки великих потоків вуглеводнів є абсорбційні процеси з використанням амінів. В якості робочого агента широкого застосування знайшли водні розчини етаноламіну, діетаноламіну та триетаноламіну.

Використання новітніх технологій підготовки вуглеводнів з високим вмістом діоксиду вуглецю дозволить підвищити ефективність розробки розвіданих запасів вуглеводнів. Інвестування у впровадження сучасних технологій розробки родовищ вуглеводнів дозволить підвищити їх видобувні можливості та значно знизити навантаження на навколишнє середовище.

Ключові слова: *декарбонізація, нафтогазова промисловість, видобуток нафти і газу, підготовка вуглеводнів, установки очистки, адсорбція, абсорбція, уловлювання діоксиду вуглецю, екологія.*

Вступ

Україна є однією з тих держав, яка задовольняє лише незначну частину попиту на паливно-енергетичні ресурси за рахунок власного видобутку, що свідчить про значну залежність від імпортного постачання енергоресурсів. Споживання газу і нафтопродуктів є відносно стабільним в той час як рівень видобутку вуглеводнів з кожним роком плавно знижується. Причиною цього є значне виснаження основних за видобутком родовищ вуглеводнів та закономірний їх перехід у завершальну стадію розробки [1-3].

Родовища нафти і газу, відкриті останніми роками, характеризуються незначними запасами вуглеводнів, а також великими глибинами залягання продуктивних покладів та не можуть істотно вплинути на підтримання видобутку [4]. Тому залишкові запаси виснажених родовищ становлять основний резерв для нарощення рівнів видобутку [5-6].

Незадовільний стан нафтогазової промисловості зумовлені багатьма чинниками, основними з яких є: неефективна система розробки нафтогазових родовищ; застаріла матеріально-технічної база процесу видобування нафти і газу; висока собівартість видобутку нафти і газу. Покращити ситуацію можна за рахунок збільшення фінансування та капітальних вкладень, модернізації та технічного переоснащення наявного обладнання, збільшення обсягу геологорозвідувальних робіт, запровадження енергоощадних технологій, тощо.

Теперішнє суспільство в повній мірі залежить від нафти і газу, а перехід на відновлювальні джерела енергії потребує великих коштів в той час, як економіка України вимагає не тільки стабілізації видобутку вуглеводнів, але і його нарощення для забезпечення власних потреб [7].

Перспективним напрямом нарощення видобутку природного газу може бути освоєння родовищ вуглеводнів з високим вмістом неуглеводневих компонентів, зокрема діоксиду вуглецю. На сьогоднішній день такі родовища в основному законсервовані, або утилізують свій газ шляхом спалювання на факелах, забруднюючи навколишнє середовище. Для забезпечення товарної кондиції видобувних газів необхідно забезпечити відповідну їх підготовку [8-9].

Вирішення проблеми підвищення ефективності розробки родовищ пов'язано із створенням нових і вдосконаленням існуючих технологій розробки та підготовки видобувної продукції, що дозволить підвищити їх видобувні можливості та зменшити навантаження на навколишнє середовище [10-11].

Виходячи із умов гострого дефіциту вуглеводневої сировини в Україні напрацювання оптимальних шляхів підвищення кінцевих коефіцієнтів вуглеводневилучення з виснажених газоконденсатних родовищ має першочергове державне значення.

Постановка проблеми

Підвищення ефективності розробки розвіданих запасів вуглеводнів, в тому числі родовищ некондиційних вуглеводнів, в умовах гострого дефіциту вуглеводневої сировини в Україні можливе за умов впровадження новітніх технологій розробки, які забезпечать більш повне вилучення вуглеводнів та значно вищі кінцеві коефіцієнти вуглеводневилучення [12-15].

Практичне відставання України в напрямку використання передових технологій зумовлено високими інвестиційними витратами на реалізацію такого роду проектів. Зважаючи на вищенаведене, існує необхідність формування економічних механізмів реалізації проектів з підвищення ефективності використання природних вуглеводнів.

Враховуючи актуальність проблеми підвищення вуглеводневилучення не тільки для нафтогазової галузі України, але і для світової практики, видобування вуглеводнів доцільно проводити додаткові дослідження з використання сучасних інструментів цифрового моделювання. Удосконалення існуючих технологій видобутку, транспортування та переробки вуглеводневої продукції з високим вмістом діоксиду вуглецю дозволить стабілізувати видобуток вуглеводнів в Україні та зменшити навантаження на навколишнє середовище.

Виклад основного матеріалу

Економіка будь якої держави ґрунтується на виробництві матеріальних і духовних благ сукупність яких обумовлює сприятливі умови для життєдіяльності людини. Провідні позиції в даному випадку займає нафтогазова промисловість, оскільки нафта та газ є основними джерелами вироблення енергій [1].

Природний газ, що видобуваються на родовищах України містять в своєму складі діоксид вуглецю, вміст якого може змінюватися в широких межах і досягати більше 90%. Наглядним прикладом таких родовищ є Солотвинське та Мартівське родовища з вмістом діоксиду вуглецю в пластовому газі 17 % та 90 % відповідно.

Слід зазначити, що переважна більшість основних за видобутком вуглеводнів родовищ Східного регіону України характеризуються підвищеним вмістом діоксиду вуглецю в пластовому газі. Наприклад, мольна частка діоксиду вуглецю в пластовому газі Яблунівського НГКР, в середньому, становить 5,86 %, Скоробагатьківського ГКР – 2,86 %, Комишнянського ГКР – 3,74 %, Новоукраїнського ГКР – 4,54 %, Розпашнівського ГКР – 4,32 %, Гадяцького НГКР – 2,62 %, тощо.

На сьогоднішній день підготовка видобувного газу з високим вмістом діоксиду вуглецю в промислових масштабах не здійснюється. Родовища природного газу з високим вмістом діоксиду вуглецю в основному законсервовані або утилізують свій газ шляхом спалювання на факелах, або установках з виробництва електроенергії.

Для забезпечення товарної кондиції таких газів відповідно до Кодексу газотранспортної системи (вміст діоксиду вуглецю менше 2%, нижня границя теплоти згоряння вище 7778 ккал/м³) необхідно забезпечити відповідну їх підготовку [16].

Очищення природних газів від діоксиду вуглецю може здійснюватися різними методами. Вибір методу очищення природного газу в кожному конкретному випадку залежить від багатьох факторів, основними з яких є: склад і параметри видобувного газу, необхідний ступінь очищення і область використання товарного газу, наявність і параметри енергоресурсів, відходи виробництва та ін.

До найбільш відомих методів очищення видобувного газу від діоксиду вуглецю відносять абсорбційні методи, адсорбційні методи, а також комбіновані методи [17].

Основні методи очищення видобувного газу наведено на рис. 1.

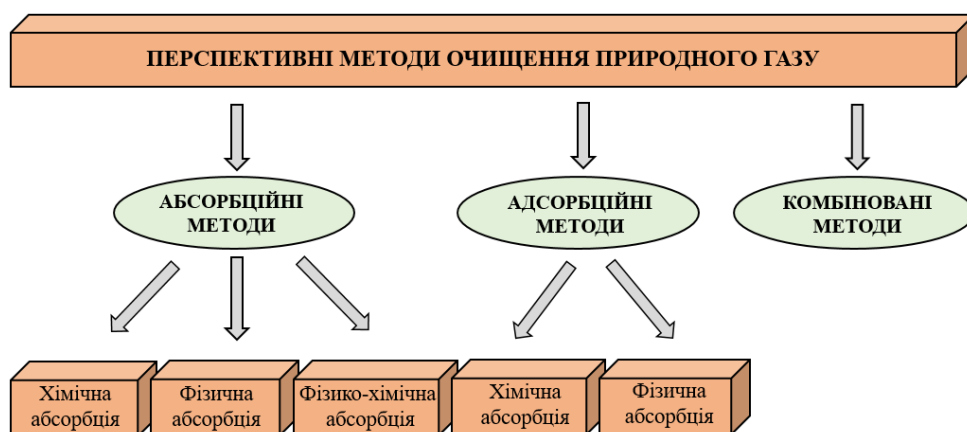


Рис. 1. Основні методи очищення видобувного газу

Очищення природного газу можливе шляхом криогенного виморожування, що базується на сильному охолодженні метанової суміші до -80 °С. При охолодженні діоксид вуглецю твердне, перетворюючись в сухий лід. Даний метод з однієї сторони характеризується високою ефективністю, а з іншої значною енерговитратністю, що робить його економічно недоцільним.

Абсорбційні методи за характером використовуваного абсорбенту ділять на методи хімічної абсорбції (хемосорбції), фізичної абсорбції та їх комбінації. Хемосорбційні процеси засновані на хімічній взаємодії діоксиду вуглецю з активним компонентом абсорбенту, в якості якого в цих процесах застосовують аміни. Процеси хімічної абсорбції характеризуються високою вибірковістю по відношенню до кислих компонентів і дозволяють досягати високого ступеня очищення від діоксиду вуглецю. Процеси фізичної абсорбції засновані на фізичному розчиненні видобутих компонентів в різних абсорбентах.

На відміну від хемосорбційних способів методом фізичної адсорбції можна разом із діоксидом вуглецю уловлювати сірковуглець та меркаптани. Тому в деяких випадках, особливо коли не вимагається тонке очищення газу доцільно використовувати фізичні абсорбенти, які в порівнянні з хімічними відрізняються істотно нижчими витратами на регенерацію. В процесах фізико-хімічної адсорбції використовують суміш фізичних та хімічних абсорбентів. Для такої суміші абсорбентів характерне проміжне значення розчинності діоксиду вуглецю.

Адсорбційні методи очищення газу засновані на уловлюванні діоксиду вуглецю твердими поглиначами - абсорбентами. При цьому діоксид вуглецю може вступати в хімічну взаємодію з абсорбентом (хімічна адсорбція) або утримуватися фізичними силами взаємодії (фізична адсорбція). Хімічна адсорбція не знайшла широкого промислового застосування через складнощі, що виникають на стадії регенерації відпрацьованого абсорбенту. Фізична адсорбція відрізняється легкістю регенерації абсорбенту і широко використовується в промислових процесах для тонкого очищення газів від діоксиду вуглецю. Як абсорбенти найбільшого поширення знайшли активоване вугілля і синтетичні цеоліти.

Перевагами адсорбційних методів очистки видобувного газу перед абсорбційними є висока технологічна ефективність абсорбентів при низьких парціальних тисках компонентів, що уловлюються. Недоліками процесів адсорбційного очищення газу є відносно високі експлуатаційні витрати, у зв'язку з чим ці процеси частіше використовують для тонкого очищення газу від діоксиду вуглецю після попереднього очищення методом абсорбції [18].

Аналіз світової практики, накопиченої в області очищення природних газів, показує, що основними процесами для обробки великих потоків газу є абсорбція з використанням хімічних і фізичних абсорбентів і їх комбінації.

У нафтогазовій промисловості практичне застосування для очищення видобувного газу від діоксиду вуглецю отримали технології з використанням амінів [17-21]. Амінові процеси застосовують в промисловості, починаючи з 1930-го року, коли вперше була розроблена і запатентована в США схема амінової установки з фенілгідразином гідрохлоридом в якості абсорбенту.

За результатами багаточисельних досліджень технологія очищення видобувних газів була дещо удосконалена. Підвищення ефективності технології було досягнуто шляхом використання водних розчинів алканоламінів. Утворені солі в результаті реакції при нагріванні насиченого розчину легко розкладаються.

Найбільш відомі етаноламіни, що використовуються у процесах очищення газу від діоксиду вуглецю: моноетаноламін, діетаноламін, триетаноламін, діглікольамін, діізопропаноламін, метилдіетаноламін [18-19].

До теперішнього часу в промисловості на установках з очищення видобувних газів в якості абсорбенту, в основному, застосовується моноетаноламін, а також діетаноламін. Однак в останні роки спостерігається тенденція по заміні моноетаноламін на більш ефективний абсорбент – метилдіетаноламін.

Використання амінових розчинів високих концентрацій дає можливість зменшити обсяг циркулюючого розчину і внаслідок цього скоротити витрати на перекачування розчину, проте призводить до ряду небажаних явищ:

- ✓ підвищується кількість поглинених кислих компонентів в одиниці маси розчину, що призводить до надмірного підвищення температури аміну за рахунок збільшення сумарного теплового ефекту;
- ✓ підвищується температура кипіння розчину, а, отже, збільшується витрата пари на регенерацію;
- ✓ збільшується в'язкість розчину, внаслідок чого знижуються коефіцієнти масо-та теплопередачі і підвищуються енерговитрати на циркуляцію розчину;
- ✓ збільшується пружність парів амінового розчину, що призводить до зростання втрат за рахунок випаровування;
- ✓ концентровані розчини характеризуються високою розчинністю по відношенню до вуглеводнів, що призводить до виділення додаткової кількості теплоти в абсорбері і підвищення навантаження на експансер.

При проектуванні технології амінової очистки природного газу необхідно також враховувати термобаричні умови при яких відбувається процес очищення видобувного газу. Зниження температури призводить до підвищення вилучення цільових компонентів, але знижує селективність процесу внаслідок зростання розчинності вуглеводнів в амінових розчинах і збільшує ймовірність гідратоутворення. Підвищення температури збільшує селективність процесу по відношенню до кислих компонентів, але може привести до зростання залишкового вмісту кислих компонентів в очищеному газі. Крім того, підвищення температури призводить до збільшення вмісту вологи очищеного газу, що призводить до зростання споживання гліколю на його осушення і збільшує енерговитрати на регенерацію осушувача. Ступінь впливу температури на селективність процесу визначається природою аміну і в більшій мірі помітна при використанні теоретичних амінів[17-19].

Підвищення тиску при незмінних температурі і концентрації аміну збільшує ступінь очищення газу від кислих компонентів, так як зростає рушійна сила процесу. Тому, якщо необхідно очищати газ низького тиску, то доцільно попередньо компримувати його. Зазвичай очищення газу розчинами аміну здійснюють при тиску від 2 до 7 МПа.

Розроблені технології очистки природного газу, які успішно впроваджуються у світі зазвичай розраховані на підготовку промисло-

вих об'ємів вуглеводневої продукції. Підготовка відносно невеликих обсягів видобувного газу супроводжується певними ускладненнями при використанні класичних установок алканоламінової очистки [22-23].

Принципову схему амінової очистки видобувного газу наведено на рис. 2.

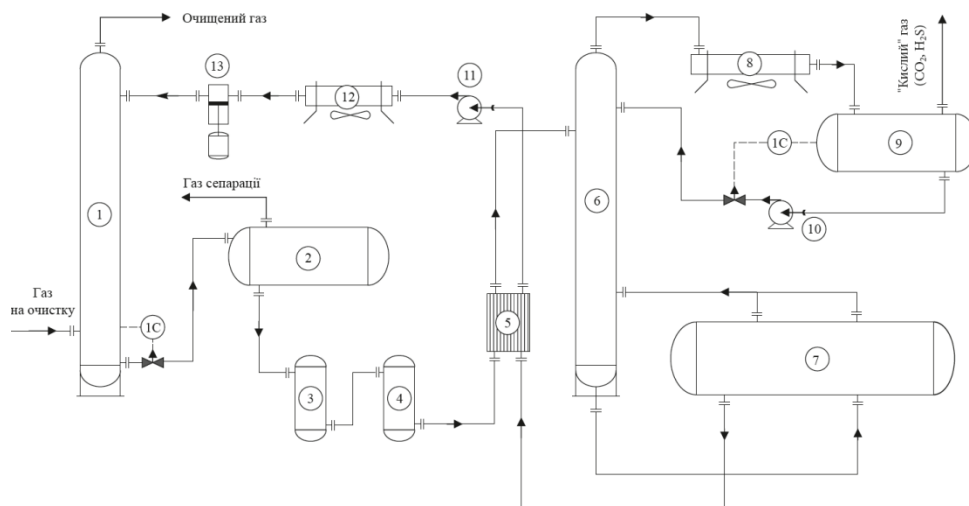


Рис. 2. Принципова схема амінової очистки видобувного газу

Згідно технологічної схеми (рис. 2) для очищення видобувний газ подається в нижню частину колони-абсорбера (1) та, піднімаючись вгору по колоні, контактує з розчином аміну. Пройшовши контактну частину абсорбера, очищений газ відводиться за межі установки, а розчин аміну за сигналом автоматичного контролера рівня відводиться з нижньої частини колони за допомогою автоматичного клапана (1С). При зниженні тиску з розчину аміну виділяються фракції легких вуглеводнів, розділення яких відбувається в трифазному сепараторі (2). Газ, що виділився в процесі сепарації, відводиться з верхньої частини сепаратора в факельну систему спалювання «кислих» газів. Після сепарації розчин аміну проходить механічну очистку в послідовно розташованих мішкоподібному (3) та вугільному (4) фільтрах. Очищений від механічних домішок розчин насиченого аміну надходить в теплообмінник (5), де відбувається нагрів за рахунок теплообміну з потоком регенованого аміну з ребойлера (7). З теплообмінника розчин аміну подається в колону-десорбер (6). Підведення тепла, необхідного для процесу регенерації, відбувається в ребойлері (7). Апарат повітряного охолодження (АПО) забезпечує часткову конденсацію парів з колони-десорбера (6), формуючи тим самим потік рефлюксу. Регенований амін відводиться з переливної секції ребойлера (7) і подається в теплообмінник (5) для

нагріву потоку насиченого аміну, після чого підпірним насосом (11) подається в секцію АПО етаноламінів (12). Охолоджений регенований з ємності акумулятора (9) амін подається в колону-абсорбер (1) нагнітальним насосом (13) [24].

У процесі очищення видобувного газу розчинами амінів виникають побічні реакції, що призводять до зміни складу розчину та знижують його поглинальну здатність. Розчини амінів викликають агресивне середовище при високих ступенях насичення кислими газами, що призводить до корозії устаткування. Наявність у розчинах амінів сторонніх домішок зумовлює збільшення швидкості корозії вуглецевої сталі. Це обумовлює необхідність в якісному систематичному очищенні поглинального розчину.

Скорочення енергетичних витрат в процесі очищення видобувного газу з використанням амінів може бути досягнуто шляхом підвищенням концентрації аміну в робочому розчині, а також ступеня насичення аміну кислими компонентами. В результаті цього знижується витрата електроенергії на циркуляцію розчину і пару на регенерацію. Однак результати досліджень свідчать про неперспективність цього методу, у зв'язку із збільшення витрат аміну, по причині його деградації під впливом температури та розчиненого діоксиду вуглецю. Також такі заходи супроводжуються збільшенням негативного корозійного впливу на технологічне обладнання.

Експлуатація установок очищення видобувного газу водними розчинами амінів практично не відрізняється від експлуатації інших абсорбційних установок, однак вимагає більш якісного контролю за проведенням технологічного процесу. Багатьох труднощів та ускладнень при очищенні видобувного газу можна уникнути на етапі проектування установок амінової очистки. Для зменшення витрати розчину аміну можна передбачити на стадії проектування установки вискоелективний коагулятор на виході газу з абсорбера, а також передбачити заходи щодо запобігання піноутворення розчину. Основною причиною піноутворення є наявність в розчині твердих частинок, розчинених вуглеводнів, тощо.

Аміни в чистому вигляді не утворюють піни, тому для запобігання піноутворення на установках очищення слід використовувати коагулятори. Одним із способів боротьби з піноутворенням є використання інгібіторів піноутворення, однак встановити їх ефективність можливо лише експериментальним шляхом та тільки для конкретних умов. Зумовлено це в першу чергу тим, що деякі речовини, які руйнують наявну піну, при додаванні їх в розчин до початку піноутворення, можуть навпаки призвести до інтенсивного піноутворення. Надійним засобом попередження піноутворення є застосування фільтрів з насадкою з активованого вугілля [18-19, 22].

За результатами багаточисельних досліджень розроблені різні методи підготовки видобувного газу з високим вмістом діоксиду вуглецю.

Розроблені технології характеризуються як і перевагами, так і певними недоліками. Технології підготовки видобувного газу з високим вмістом діоксиду вуглецю з використанням амінів, знайшли широке застосування в нафтогазовій промисловості та характеризуються високою технологічною ефективністю. Використання такого роду технологій дозволить значно скоротити обсяги шкідливих викидів діоксиду вуглецю в нафтогазовому секторі України та забезпечити товарну кондицію видобувного газу відповідно до Кодексу газотранспортної системи.

Підвищення ефективності розробки залишкових запасів вуглеводнів можливе за умови впровадження передових технологій розробки, які забезпечують максимальне вуглеводневилучення при мінімальних витратах. Дослідження ефективності розроблених технологій необхідно проводити з використанням цифрового моделювання. Адже, саме цифрові тривимірні моделі дозволяють підвищити якість проектування та оцінки ефективності реалізації проектних рішень.

На основі багатоваріантних розрахунків з використанням постійно діючих геолого-технологічних моделей та відповідних техніко-економічних оцінок представляється можливим обґрунтування оптимальних варіантів розробки.

Висновки

Переважає більшість родовищ вуглеводнів України та в цілому світі вступають у завершальну стадію розробки та характеризуються високим ступенем виробленості. Виснаження основних за видобутком та запасами родовищ вуглеводнів призводить до зниження рівнів видобутку вуглеводнів.

Враховуючи актуальність проблеми нарощення власного видобутку вуглеводнів необхідно розробляти економічні механізми реалізації стратегічних проектів з удосконалення існуючих та розробки нових прогресивних технологій розробки, підготовки, транспортування, а також переробки вуглеводневої продукції.

Використання постійно діючих геолого-технологічних моделей дозволить оптимізувати систему розробки виснажених родовищ та, відповідно, підвищити їх вуглеводневилучення. Моделювання розробки виснажених родовищ дає можливість набратися корисного досвіду в застосуванні складних методик для прогнозування видобутку вуглеводнів та дозволяє встановити, що саме необхідно зробити для стабілізації видобутку газу на завершальній стадії розробки.

Інвестування у впровадження сучасних технологій розробки нафтогазових родовищ України дозволить підвищити їх видобувні можливості. Практична реалізація систем оптимізації розробки нафтогазових родовищ в широкому розумінні проблеми дозволить суттєво інтенсифікувати процес видобутку вуглеводнів та зменшать навантаження на нафтолишне середовище.

Література

1. Кондрат Р. М., Серединський Д. Ю., Кондрат О. Р. Дослідження застосування вуглекислого газу для вилучення залишкової нафти з обводнених нафтових покладів. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2010. № 2(35). С. 26-30.
2. Дорошенко В.М., Єгер Д.О., Зарубін Ю.О., Кондрат Р.М. Напрямки вирішення проблем розробки виснажених родовищ нафти і газу. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2007. №4. С. 108-110.
3. Кондрат Р.М., Кондрат О.Р. Підвищення ефективності дорозробки виснажених родовищ природних газів. Нафтогазова галузь України. 2017. №3. С. 15-20.
4. Matkivskiy S. Effects of the rate of natural gas production on the recovery factor during carbon dioxide injection at the initial gas-water contact. Technology and system of power supply. 2021. №1/3 (57). Pp. 6-11.46.
5. Бойко В.С. Довідник з нафтогазової справи / За заг. ред. докт. техн. наук В. С. Бойка, Р. М. Кондрата, Р. С. Яремійчука. – К.: Львів, 1996. – 620 с.
6. Закиров С. Н. Новые принципы и технологии разработки месторождений нефти и газа / С. Н. Закиров, И. М. Индрупский, Э. С. Закиров [и др.]. – М. – Ижевск: Институт компьютерных технологий. Ч. 2, 2004. – 484 с.
7. Кудря С.А. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Вісн. НАН України, 2015, № 12. С.19-26.
8. Зиберт Г.К. Подготовка и переработка углеводородных газов и конденсата. Технологии и оборудование: Справочное пособие / Г.К. Зиберт, А.Д. Седых Ю.А. Кашицкий, Н.В. Михайлов, В.М. Демин. – М.: ОАО Недр-Бизнесцентр, 2001. – 316 с.
9. Катц Д.Л. Руководство по добыче, транспорту и переработке природного газа / Д.Л. Катц, Д. Корнелл, Р. Кобаяши и др. Перевод с английского под. общей редакцией к.т.н. Ю. П. Коротаева, Г. В. Пономарёва. – М.: Недра, 1965. – 676 с.
10. Matkivskiy S., Kondrat O. The influence of nitrogen injection duration at the initial gas-water contact on the gas recovery factor. Eastern-EuropeanJournalofEnterprise Technologies. 2021. № 1(6 (109), Pp. 77–84.
11. Kryvulya S., Matkivskiy S., Kondrat O., Bikman Y. Approval of the technology of carbon dioxide injection in to the V-16 water driven reservoir of the Hadiach field (Ukraine) under the conditions of the water pressure mode. Technology and system of power supply. 2020. №6/1 (56). С. 13-18.
12. Бікман Є.С., Хомин І.І., Куль А.Й. Технологія розробки газоконденсатного родовища з підтриманням пластового тиску газоподібним азотом // Компресорное и энергетическое машиностроение, 2008. – №2(12). – С.26-30.
13. Бікман Є.С., Дячук В.В. Перспективи впровадження технології підтримання пластового тиску з використанням азоту на газоконденсатних родовищах НАК “Нафтогаз України” // Компресорное и энергетическое машиностроение, 2010. – №2(20). – С.17-20.

14. Закиров С.Н. Разработка газовых, газоконденсатных и нефтегазо-конденсатных месторождений. – М.: «Струна», 1998. – 628 с.
15. Закиров С. Н. Повышение конденсатоотдачи пласта / С. Н. Закиров, Б. А. Алиев // Обз. инф.: сер. Разраб. и экспл. газ. и газоконденс. месторожд. – М.: ВНИИЭгазпром, 1985. – Вып.4. – 46 с.
16. Кривуля С.В., Бікман Є.С., Кондрат О.Р., Матківський С.В. Перспективи до розробки газоконденсатних родовищ із значними запасами ретроградного конденсату. Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. “Нафтогазова галузь: Перспективи нарощування ресурсної бази”, 8-9 грудня 2020 р., Івано-Франківськ, Україна. – С. 99-102.
17. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа/А.К. Мановян. – М.: Химия, 2001. – 568 с
18. Николаев В.В. Основные процессы физической и физико-химической переработки газа / В.В. Николаев, Н.В. Бусыгина, И.Г. Бусыгин. – М.: ОАО Издательство «Недра», 1998. – 184 с.
19. Бекиров Т.М. Первичная переработка природных газов / Т.М. Бекиров. – М.: Химия, 1987. – 256 с.
20. Мурин В.И. Технология переработки природного газа и конденсата: Справочник: В 2 ч. / В.И. Мурин. – М.: ООО Недр-Бизнесцентр, 2002. – Ч.1. – 517 с.
21. Стрижов И.Н. Добыча газа / И.Н. Стрижов, И.Е. Ходанович. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований. 2003. 376 с.
22. Афанасьев А.И. Технология переработки сернистого природного газа: Справочник. / А.И. Афанасьев, В.М. Стрючков, Н.Н. Подлегаев и др. – М.: Недрa, 1993. –152 с.
23. Ганз С.Н. Очистка промышленных газов. Справочное пособие. – Харьков: НПП МКПДомна, 2006. – 118 с.
24. URL:<https://gazsurf.com/ru/gazopererabotka/oborudovanie/modelnyj-ryad/item/aminovaya-ochistka>. (дата звернення: 19.01.2021).

Стаття надійшла до редакційної колегії 11.04.2022 р.

GENERALIZATION OF THE MAIN METHODS FOR THE TREATMENT OF NATURAL GAS WITH A HIGH CONTENT OF CARBON DIOXIDE

S. V. Matkivskiy

*Ukrgazvydobuvannya Joint Stock Company;
04053, Kyiv, street Kudryavska, 26/28;
tel./fax (04427) 2-31-15, e-mail: matkivskij@gmail.com*

Today, the bulk of natural gas production is provided from fields that are to some extent depleted, and most of them are at the final stage of development. The structure of residual hydrocarbon reserves deteriorates over

time due to the fact that hydrocarbons are extracted mainly from the active part of the reserves of the fields. Hydrocarbons that are located in flooded reservoirs, tight reservoirs and depleted reservoirs located below the edge of the profitability of their production are classified as hard-to-recover. Due to the lack of efficient technologies, the development of these reserves is currently being carried out at a very slow pace. The search for optimal ways of extracting residual reserves is the main problem, the need to solve which is becoming increasingly important against the background of deterioration in the quality and structure of hydrocarbon reserves. A promising direction for maintaining the level of hydrocarbon production is the development of reservoirs, the reservoir gas of which is characterized by a high content of carbon dioxide. Preparation of hydrocarbon products from such fields can be carried out in different ways. The most well-known methods for cleaning production gas from carbon dioxide include absorption, adsorption methods, as well as their combinations. Analysis of world practice shows that absorption processes using amines are the most effective for the treatment of large flows of hydrocarbons. Aqueous solutions of ethanolamine, diethanolamine, and triethanolamine have found wide application as a working agent. The use of the latest technologies for the preparation of hydrocarbons with a high carbon dioxide content will increase the efficiency of the development of proven hydrocarbon reserves. Investing in the introduction of modern technologies for the development of hydrocarbon reservoirs will increase their production capabilities and significantly reduce the burden on the environment.

Key words: *decarbonization, oil and gas industry, oil and gas production, hydrocarbon treatment, purification plants, adsorption, absorption, carbon dioxide capture, ecology.*