

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка»

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра нафтогазової інженерії та технологій
Спеціальність 185 Нафтогазова інженерія та технології

До захисту
завідувач кафедри
В.О. Бовкун
10.01.2025

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
на тему Підвищення ефективності підготовки газу за рахунок використання технології низько-температурної сепарації

Пояснювальна записка

Керівник

ст.викладач Бовкун В.О.
посада, наук. ступінь, ПІБ
підпис, дата,

Виконавець роботи

Брідня В.В.
студент, ПІБ
група 2ММН
підпис, дата

Консультант за 1 розділом

доц. Бовкун В.О.
посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 2 розділом

к.т.н. доц. Гостриченко Т.М.
посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 3 розділом

доц. к.т.н. Губень В.А.
посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 4 розділом

к.т.н. Проценко
посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Дата захисту 23.01.2025р.

Полтава, 2025

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра нафтогазової інженерії та технологій

Освітньо-кваліфікаційний рівень: Магістр

Спеціальність 185 Нафтогазова інженерія та технології

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри НГІТ

“ ” 20__ року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Брідня В'ячеслав Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності підготовки газу за рахунок використання технології низько-температурної сепарації

Керівник роботи ст. викладач Бовкун В.О.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “09” 08 2024 року № 818 2.

Строк подання студентом роботи 24.02 2024 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Науково-технічна література, періодичні видання, патенти на винаходи, конспекти лекцій. 2. Проекти розробки чи технологічні схеми розробки родовищ (за необхідності). 3. Геологічні звіти та звіти фінансової діяльності підприємств за профілем роботи. 4. Технологічні режими роботи свердловин та експлуатаційні карточки свердловин.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ 1 Інформаційно-оглядова частина.

2. Експериментальна частина.

3. Теоретична частина (Аналітика. Моделювання).

4. Впровадження результатів досліджень Висновки по проекту.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Прилади та установки для створення штучного холоду при НТС
2. Загальний вид моноблочного турбодетандерного агрегату
3. Блок турбодетандерного агрегата МТДА-1,2-3,2-МТ-92
4. Мнеморема роботи МТДА-1,2-3,2-МТ-92
5. Принципова технологічна схема Машівської УКПГ
6. Вплив встановлення ТДА на кількість отриманого конденсату (Графік)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	стар. викладач Бовкун В.О.		
2	доц. М.О. Мельничук		
3	доц. К.В.Н. Тубер В.П.		
4	доцент, м.п.в. Педурян В.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Етапи підготовки	Термін виконання
1	Інформаційно-оглядова частина	14.10-20.10
2	Експериментальна частина	21.10-03.11
3	Теоретична частина (Аналітика. Статистика. Моделювання)	04.11-17.11
4	Впровадження результатів досліджень	18.11-01.12
5	Оформлення та узгодження роботи	02.12-15.12
6	Попередні захисти робіт	16.12-28.12
7	Захист магістерської роботи	

Студент

(підпис)

Брідня В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бовкун В.О.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ СПОСОБІВ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ ДО ТРАНСПОРТУВАННЯ.....	9
1.1 Основні вимоги та необхідність підготовки газу і газового конденсату.....	9
1.2 Основні способи підготовки газу та їх загальна характеристика.....	12
1.3 Абсорбційний спосіб підготовки газу.....	12
1.4 Адсорбційний спосіб підготовки газу.....	15
1.5 Метод низькотемпературної сепарації.....	17
1.6 Висновки до розділу.....	22
РОЗДІЛ II ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ ДО ТРАНСПОРТУВАННЯ.....	23
2.1 Турбодетандерний агрегат, його типи і застосування.....	23
2.2 Моноблочний турбодетандерний агрегат МТДА – 1,2 – 3,2 – МП – У2.....	28
2.3 Висновки до розділу.....	47
РОЗДІЛ III ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	
3.1 Загальна геологічна характеристика Машівського газоконденсатного родовища.....	49
3.2 Технологічне обґрунтування доцільності облаштування турбодетандерною установкою на Машівській УКПГ.....	58
3.3 Впровадження моноблочного турбодетандерного агрегату МТДА-1,2-3,2-МП-У2 на Машівській УКПГ.....	65
3.4 Опис технологічної схеми Машівської установки комплексної підготовки газу та конденсату.....	70
3.5 Висновки до розділу.....	76
РОЗДІЛ IV ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ТУРБОДЕТАНДЕРНОГО АГРЕГАТУ НА МАШІВСЬКІЙ УКПГ.....	77

4.1 Вихідні дані для розрахунку економічних показників.....	77
4.2 Показники розробки газових покладів Машівського родовища.....	78
4.3 Показники економічної ефективності розробки родовища.....	85
4.4 Висновки до розділу.....	93
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	94
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	96

АНОТАЦІЯ

У сучасній газодобувній промисловості підготовка газу до транспортування є критично важливим етапом. Застосування технології низькотемпературної сепарації (НТС) дозволяє ефективно видаляти вологу, вуглеводневий конденсат та механічні домішки, що сприяє покращенню якості газу, зниженню експлуатаційних витрат та забезпеченню стабільної роботи магістральних газопроводів. Розробка та впровадження НТС особливо актуальні для родовищ із високим вмістом вологи та вуглеводнів у газі..

Метою роботи є обґрунтування доцільності застосування технології низькотемпературної сепарації для підвищення ефективності підготовки газу та розробка рекомендацій щодо її впровадження.

Практичне значення роботи полягає у використанні НТС дозволяє підвищити якість підготовки газу, забезпечуючи відповідність вимогам транспортування, знизити витрати на експлуатацію технологічного обладнання завдяки більш ефективному розділенню конденсату.

ВСТУП

Актуальність роботи полягає в тому що на сьогоднішній день переважна більшість родовищ в Україні знаходиться на завершальній стадії експлуатації, для якої характерні низькі значення пластового тиску. Це значно впливає і на подальший процес підготовки газу та газового конденсату до умов нормативних документів, що діють в Україні. Саме тому проблема вдосконалення процесів підготовки газу є досить актуальною на сьогодні.

Аналіз проведених попередніх досліджень та літературних джерел показує, що досить часто в процесі підготовки газу застосовується обладнання застаріле та таке, яке не відповідає технології підготовки. Особливо значні втрати спостерігаються в тих випадках, коли після виснаження родовища підготовка видобутої продукції проводиться за тією ж схемою та без впровадження нового обладнання, яке б забезпечило значно вищу якість підготовки.

Метою магістерської роботи є підвищення ефективності якості підготовки газу за рахунок впровадження моноблочного турбодетандерного агрегату МТДА-1,2-3,2-МП-У2 на Машівській установці комплексної підготовки газу.

Для досягнення зазначеної мети в процесі виконання магістерської роботи необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз існуючих методів підготовки газу і визначити переваги та недоліки технології низькотемпературної сепарації;
- розглянути будову, принцип роботи та технічні особливості МТДА-1,2-3,2-МП-У2;
- розглянути загальну характеристику продукції та технології Машівської УКПГ;

- виявити техніко-економічну ефективність впровадження турбодетандерного агрегату.

Об'єкт досліджень. Технологічний процес промислової обробки природного газу на Машівській УКПГ

Предмет досліджень. Технологія низькотемпературної сепарації газу із використанням турбодетандерного агрегату.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому що:

1. Досягнуто покращення якості підготовки газу до транспортування в результаті впровадження моноблочного турбодетандерного агрегату на Машівській УКПГ.

2. Проведено технологічне обґрунтування доцільності облаштування Машівської УКПГ за рахунок впровадження моноблочного турбодетандерного агрегату МТДА-1,2-3,2-МП-У2, який забезпечує додатковий видобуток конденсату.

Практичне значення роботи полягає у проведенні дослідження можливості впровадження турбодетандерного агрегату в блок низькотемпературної сепарації на Машівській УКПГ.

Особистий внесок автора полягає у:

- проведенні літературного аналізу, постановці мети і задач досліджень;
- дослідженні та аналізі технічних, технологічних особливостей та режимів роботи МТДА.

- проведенні порівняльної характеристики
- розглянуто загальну характеристику Машівській УКПГ умов підготовки газоконденсатної продукції та властивості продукції, яка там готується;

- запропонованні моноблочного турбодетандерного агрегату МТДА-1,2-3,2-МП-У2, який забезпечує додатковий видобуток конденсату на Машівській УКПГ;

- розрахунку техніко-економічної ефективності впровадження турбодетандерного агрегату МТДА-1,2-? 2-МП-У2 на Машівській УКПГ .

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел.

4.4 Висновки до розділу

В результаті проведення техніко-економічної оцінки ефективності встановлення турбодетандерного агрегату на Машівській УКПГ було виявлено, що дане впровадження є ефективним не лише в технологічному, але і в економічному аспекті, адже за результатами проведених розрахунків ми бачимо що термін окупності додаткових капітальних вкладень складає 9,6 років, а дисконтований вільний грошовий потік, який є основним показником економічної оцінки, що найбільш об'єктивно відображає економічні результати реалізації проєкту, за розглянутий період складає 22336,48 тис. грн.

На основі матеріалів, викладених в даному розділі слід зазначити, що ефективний та насамперед безпечний процес підготовки газоконденсатної продукції на установках комплексної підготовки газу не можливий без суворого дотримання вимог нормативних документів. Перераховано вимоги, які виставляються до обслуговуючого персоналу для ведення безпечного технологічного процесу, можливі порушення в процесі, які можуть виникати під час роботи обладнання, зокрема, турбодетандерного агрегату.

Розглянувши характеристику відходів, які утворюються в процесі підготовки газу та газоконденсату на установці комплексної підготовки газу є необхідним зазначити, що найбільша кількість відходів надходить в атмосферне повітря.

З метою покращення екологічної ситуації і забезпечення вимог екологічної безпеки рекомендуються для впровадження наступні природоохоронні заходи та технічні рішення:

1. Виконання природоохоронних законів та нормативів щодо подолання соціально-економічних та техногенних наслідків підготовки газу.
2. Проведення екологічної інвентаризації та паспортизації нових джерел надходження шкідливих речовин.

3. Застосування герметизованої системи збору, сепарації і підготовки продукції на всьому технологічному потоці.

В процесі підготовки газу, найбільше забруднення, зазвичай, виникає в результаті спалення на факельному амбарі продукції, що не піддається подальшій обробці.

Також особливу увагу необхідно приділяти небезпечним речовинами, що використовуються в процесах підготовки продукції, постійно стежити за герметичністю обладнання, не допускати виливів хімічних речовин в навколишнє середовище.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розглянуто метод низькотемпературної сепарації, також описано схему проведення даного процесу, характеристики основного обладнання та переваги і недоліки за умов використання різних типів приладів та установок для створення штучного холоду в процесі підготовки, адже зниження температури продукції є основною вимогою даного процесу.

2. В сучасних умовах найбільш поширеним і найефективнішим методом підготовки газу є процес низькотемпературної сепарації із використанням турбодетандерних установок. Саме цей метод, із застосування необхідного обладнання, був вибраний нами для вирішення основного завдання дослідження.

3. В процесі дослідження було обрано моноблочний турбодетандерний агрегат МГДА-1,2-3,2-МП-У2, який за своїми технічними і технологічними характеристиками найбільш якісно підходить для зниження температури підготовки газу в умовах Машівської установки комплексної підготовки газу.

4. В процесі підготовки газу досить суттєвим фактором є постійний контроль технологічного процесу. Для цього передбачається автоматизація процесу підготовки, що за умови впровадження ТДА виражається у

використанні сучасного програмного забезпечення, за допомогою якого ведеться головний контроль за значеннями тиску і температури. Завдяки автоматизації процесу з'являється можливість дистанційного керування, в нашому випадку, турбодетандерним агрегатом, що значно полегшує процес.

5. Досягнуто покращення якості підготовки газу до транспортування в результаті впровадження моноблочного турбодетандерного агрегату МТДА-1,2-3,2-МП-У2 на Машівській УКПГ. Якість підготовки газу до вимог нормативних документів забезпечується (підтриманням температури точки роси газу по волозі не вище $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом року при тиску $4,0\text{ МПа}$) перед подачею в магістральний газопровід завдяки використанню турбодетандерного агрегату. За рахунок впровадження отримано додатковий видобуток газового конденсату – 1658 т/рік на Машівській УКПГ.

6. В результаті проведення техніко-економічної оцінки ефективності встановлення турбодетандерного агрегату на Машівській УКПГ було виявлено, що дане впровадження є ефективним не лише в технологічному, але і в економічному аспекті, адже за результатами проведених розрахунків ми бачимо що термін окупності додаткових капітальних вкладень складає $9,6$ років, а дисконтований вільний грошовий потік, який є основним показником економічної оцінки, що найбільш об'єктивно відображає економічні результати реалізації проекту, за розглянутий період складає $12\ 336,48$ тис. грн.

7. За результатами виконання магістерської роботи можна зробити висновок, що завдання, які ставилися успішно виконані, головним чином досягнута мета роботи – поліпшення якості підготовки газу за рахунок використання турбодетандерного агрегату для подальшого транспортування магістральним трубопроводом.

Література

1. Байков Н.М. Перспективи розвитку паливно-енергетичного комплексу в світі на період до 2030 року / Н.М. Байков // Львів: Центр Європа, 2006. – 189 с.
2. Білецький В.С. Мала гірнича енциклопедія. т. III / В.С. Білецький // Донецьк: Східний видавничий дім, 2013. – 644 с.
3. Бойко В.С.. Довідник з нафтогазової справи / В.С.Бойко, Р.М.Кондрат, Р.С.Яремійчук. – К.:Львів, 1996. – 620 с.
4. Визначення ефективності застосування азотних мембранних установок для ліквідації пожеж / О. О. Сізіков, В. О. Чеповський, К. І. Соколенко та ін. // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2006. – № 2 (4). – С. 35–36.
5. Діак І.В. Нафтогазова галузь України. Становлення, досягнення, особистості / І.В. Діак, З.П. Осінчук, Б.П. Савків – К.: Світ Успіху, 2009. – 320 с.
6. Довідник з нафтогазової справи / За заг. ред. докторів технічних наук В.С. Бойка, Р.М. Кондрата, Р.С. Яремійчука. – К.: Львів, 1998. – 620 с.
7. Зазуляк О.М. Експрес-метод визначення оціночних параметрів привибійної зони нафтових і нагнітальних свердловин / О.М. Зазуляк, В.Б. Рушак, С. Ю. Асєєв // Нафтова і газова промисловість, 2009. – №1. – 52с.
8. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004—2013.
9. Нафтогазопромислова геологія / О.О. Орлов, М.І. Євдошук, В.Г. Омельченко, О.М. Трубенко, М.І. Чорний. – К.: Наукова думка, 2007. – 432 с.
10. Нізовцев А.В. Дослідження, ремонт і освоєння нафтогазових свердловин: навчальний посібник / А.В.Нізовцев // Полтава: ПолтНТУ, 2012. – 277 с.
11. Петряшин Л.Ф. Охорона довкілля в нафтовій та газовій промисловості / Л.Ф. Петряшин, Г.Н, Лисяний, Б.Г. Тарасов – Львів: Центр

Эвропи, 2008. – 188 с.

12. Серіков Я. О. Основи охорони праці: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти / Я.О.Серіков. – Харків: ХНАМГ, 2007. - 227с.

13. Технологічні режими роботи свердловин / В.С.Бойко, Р.В. Бойко, Л.М. Кеба, Л.М. Залуцька – К.: Львів, 2006. – 116 с.

14. Технологія видобування, зберігання і транспортування нафти і газу: Навчальний посібник / О.І. Акульшин, О.О. Акульшин, В.С. Бойко, В.М. Дорошенко, Ю.О. Зарубін. - Івано-Франківськ: Факел, 2003. - 434 с

15. Abass H.H. Sand control during drilling, perforation, completion and production / H.H. Abass, A.H. Habbtar, A. Shebatalhamd // SPE 81492, paper presented at the SPE 13th Middle East Oil Show & Conference, Bahrain – 9-12 June, 2003.

16. Adachi J.I. Fluid-driven fracture in permeable rock // Ph.D. thesis, University of Minnesota, Minneapolis, 2001. – 177 pp.

17. Adachi J.I. Self-similar solution of a plane-strain fracture driven by a power-law fluid / J.I. Adachi, E. Detournay // Int. J. Numer. Anal. Methods Geomech, 2002. – V. 26. – P. 579–604.

18. Akima H. Scattered-data surface fitting that has the accuracy of a cubic polynomial. TOMS 22,3 (Sep 1996) 362

19. Bungler A.P. Near-Surface Hydraulic Fracture / A.P. Bungler // Ph. D thesis. University of Minnesota, Minneapolis, 2005. – 168 pp.

20. Chang H. Hydraulic fracturing in particulate materials / H. Chang // Ph. D. thesis. Georgia Institute of Technology, GA., 2004. – 267 pp.

21. Gray G.W. Liquid crystals and plastic crystals / G.W.Gray // Chichester: Ellis Horwood Ltd., 2011. – 289 p.

22. Review of unconventional hydrocarbon resources in major energy consuming countries and efforts in realizing natural gas hydrates as a future source of energy / Vedachalam N. et. al. // *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. 2015. Vol. 26. P. 163–175.

23. Savitski A. Propagation of a Penny-shaped Hydraulic Fracture in an Impermeable Rock / A. Savitski // Ph. D thesis, University of Minnesota, Minneapolis, 2000.

24. Scott E. Fendorf Mechanisms of Chromium (III) Sorption on Silica. Effect of Reaction Conditions / Scott E. Fendorf, Donald L. Sparks // Environ. Sci. Technol. 2015. – Vol. 28. – No. 2. – p. 297

25. Sheij - Ali D. M. et al. Investigación de los petzoleos de capa délos Pozos A.B y C.-Centzo de investidgaciones geológicas. - Habana.Cuba, 1991.- P. 16-41.

26. Wagner W.» Spane R. Equation of State for Technical Applications. 111. Results for polar fluids // *Int. J. Thermophysics*.2003.V. 24. No. 1. P. 111-162.