

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Природничих наук та технологій  
(факультет)  
Кафедра нафтогазової інженерії та буріння  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеню магістра  
(бакалавра, магістра)

студента Белиби Богдана Дмитровича  
(ПІБ)  
академічної групи 185М-22з-1 ФПНТ  
(шифр)  
спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології  
(код і назва спеціальності)  
спеціалізації \_\_\_\_\_  
за освітньо-професійною програмою «Нафтогазова інженерія та технології»  
(офіційна назва)  
на тему Підвищення ефективності підготовки газу на прикладі Щербаківсько-Шкурупіївській нафтогазоконденсатній площі  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Расцветаєв В.О.			
розділів:				
Технологічний	Расцветаєв В.О.			
Охорона праці	Муха О.А.			

Рецензент	Камишацький О.Ф.			
-----------	------------------	--	--	--

Нормоконтролер	Расцветаєв В.О.			
----------------	-----------------	--	--	--

Дніпро  
2023

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

нафтогазової інженерії та буріння

(повна назва)

\_\_\_\_\_ Коровяка Є.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ****на кваліфікаційну роботу****ступеню** магістра

(бакалавра, магістра)

студенту Белибі Богдану Дмитровичу академічної групи 185М-22з-1 ФПНТ

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології

спеціалізації \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою «Нафтогазова інженерія та технології»на тему Підвищення ефективності підготовки газу на прикладі Щербаківсько-Шкурупіївській нафтогазоконденсатній площі

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 2023 р.

№ \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Огляд літературний джерел за приводу існуючих технологій. Розробка підвищення ефективності підготовки газу на прикладі Щербаківсько-Шкурупіївській нафтогазоконденсатній площі	21.11.2023
Охорона праці та навколишнього середовища	Аналіз потенційних небезпек і можливостей негативного впливу на навколишнє природне середовище	05.12.2023

Завдання видано \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

Расцветаев В.О.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 03.10.2023 р.Дата подання до екзаменаційної комісії 06.12.2023 р.

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

(підпис студента)

Белиба Б.Д.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 80 сторінки, 12 таблиць, 21 рисуноків, 25 джерел.

ПРИРОДНИЙ ГАЗ, ШИРОКА ФРАКЦІЯ ЛЕГКИХ ВУГЛЕВОДНІВ, НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНА СЕПАРАЦІЯ, НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНА РЕКТИФІКАЦІЯ, РІВЕНЬ ВИЛУЧЕННЯ, СТАБІЛЬНИЙ КОНДЕНСАТ, УСТАНОВКА КОМПЛЕКСНОЇ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ, ТОЧКА РОСИ.

**Актуальність роботи** полягає в необхідності підготовки природного газу.

**Мета роботи:** удосконалення технології підготовки газу на Щербаківсько-Шкурупіївська площа для підвищення ступеня вилучення важких вуглеводнів із газоконденсатної суміші.

**Задачі роботи:** Розгляд теоретичних засад підготовки природного газу на родовищі; аналіз системи підготовки газу; розробка пропозицій щодо удосконалення системи підготовки газу на НГКР (нафтогазоконденсатне родовище).

**Предметом дослідження** система підготовки газу, **об'єктом дослідження** Щербаківсько-Шкурупіївська площа.

**Новизна одержаних результатів** в запровадження технології низькотемпературної ректифікації, що полягає у підвищенні якості товарного газу. Точка роси по вуглеводням газу, що готується, знизилася з - 38,44 °С до - 75,53 °С.

**Практичні результати** – проведено огляд існуючих методів підготовки природного газу, а також способів збільшення ступеня вилучення важких вуглеводнів зі складу газового потоку. У програмному комплексі UnisimDesign побудовано моделюючу схему діючої та вдосконаленої установки підготовки газу. Запропоновано введення у систему підготовки газу стадії низькотемпературної ректифікації. Розглянуто питання охорони надр та довкілля.

**Практичне значення** - показано економічну ефективність проекту за рахунок збільшення виходу СПБТ (Суміш пропану і бутану технічного). Збільшення виходу СПБТ з 42 135,6 т/рік до 102 229,2 т/рік.

У процесі проектування проводилися: літературні дослідження; аналіз шкідливих і небезпечних факторів і заходів для їхнього попередження.

## ABSTRACT

Explanatory note: 80 pages, 12 tables, 21 figures, 25 sources.

NATURAL GAS, BROAD FRACTION OF LIGHT HYDROCARBONS, LOW-TEMPERATURE SEPARATION, LOW-TEMPERATURE RECTIFICATION, EXTRACTION LEVEL, STABLE CONDENSATE, INSTALLATION OF COMPLEX GAS PREPARATION, DEW POINT.

**The actuality of the work** - lies in the need to prepare natural gas.

**Purpose:** improvement of gas preparation technology at Shcherbakivsko-Shkurupiiivsk area for increasing the degree of removal of heavy hydrocarbons from the gas-condensate mixture.

**Objectives:** consideration of the theoretical foundations of natural gas preparation at the field; analysis of the gas preparation system; development of proposals for improving the gas preparation system at NDKM.

**The subject of the study** is the gas preparation system, the object of the study is Shcherbakivsko-Shkurupiiivska square.

**Innovation** of the obtained results in the introduction of low-temperature rectification technology, which consists in improving the quality of commercial gas. The hydrocarbon dew point of the gas being prepared decreased from  $-38.44\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $-75.53\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**The practical significance** a review of existing methods of natural gas preparation, as well as methods of increasing the degree of extraction of heavy hydrocarbons from the composition of the gas stream, was carried out. In the UnisimDesign software complex, a simulation scheme of an operating and improved gas preparation plant has been built. It is proposed to introduce a stage of low-temperature rectification into the gas preparation system. The issue of subsoil and environment protection was considered.

**The practical parameter** the economic efficiency of the project is shown due to the increase in the output of SPBT. Increase of SPBT output from 42,135.6 t/year to 102,229.2 t/year.

In the design process were conducted: literature research; analysis of harmful and dangerous factors and measures to prevent them.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ НА РОДОВИЩІ .....	9
1.1 Низькотемпературна сепарація .....	9
1.2 Низькотемпературна конденсація.....	14
1.3 Абсорбційна осушка .....	17
1.4 Адсорбційна осушка .....	20
1.5 Способи підвищення рівня вилучення важких вуглеводнів із газу .....	23
1.5.1 Кріогенні технології .....	24
1.5.2 Низькотемпературна сепарація із газодинамічним сепаратором.....	24
1.5.3 Технологія низькотемпературної абсорбції .....	26
1.5.4 Застосування процесу низькотемпературної ректифікації у промислових умовах .....	28
1.6 Вимоги до товарного газу.....	31
Висновки по першому розділу .....	32
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ НА ЩЕРБАКІВСЬКО-ШКУРУПІЇВСЬКІЙ ПЛОЩІ.....	34
2.1 Геолого- технологічна характеристика Щербаківсько-Шкурупіївського НГКР.....	34
2.2 Характеристика встановлення підготовки газу.....	39
2.3 Поетапний опис виконуваних операцій технологічного режиму роботи обладнання у процесі реалізації технології.....	42
2.4 Моделююча програма UnisimDesign .....	45
2.5 Удосконалення процесу підготовки газу на родовищі .....	47
Висновки по розділу .....	51
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ .....	52
3.1 Порівняльний аналіз діючої та вдосконаленої установок підготовки газу та конденсату.....	52
3.2 Підбір оптимального тиску колони ректифікації.....	57
Висновки по розділу .....	59
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	60
4.1 Питання забезпечення безпеки .....	60
4.1.1 Правові норми трудового законодавства .....	60
4.1.2 Ергономічні вимоги до правильного розташування та компонування	

робочої зони.....	61
4.2 Виробнича безпека.....	62
4.2.1 Аналіз виявлених шкідливих факторів виробничого середовища. Відхилення показників мікроклімату в приміщенні та на відкритому повітрі	63
4.2.2 Аналіз виявлених небезпечних факторів виробничого середовища .....	66
4.2.3 Розрахунок рівня небезпечного чи шкідливого виробничого чинника...	68
4.3 Охорона навколишнього середовища .....	70
4.3.1 Селитебна зона.....	70
4.3.2 Атмосфера.....	70
4.3.3 Гідросфера.....	71
4.3.4 Літосфера .....	71
4.4 Безпека у надзвичайних ситуаціях.....	72
Висновки по розділу .....	73
ВИСНОВКИ .....	75
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	77
ДОДАТОК А .....	80
Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....	80

## ВСТУП

Природний газ є цінним енергетичним ресурсом. Однак у його складі може бути значна кількість важких вуглеводнів, механічних домішок і агресивних компонентів, таких як сірководень, вуглекислий газ. І в такому вигляді його не можна транспортувати магістральними трубопроводами, у зв'язку з чим необхідна його підготовка та приведення його фізичних та хімічних показників до певних вимог.

Найбільшу популярність серед методів підготовки газу отримав метод низькотемпературної сепарації через свою простоту та відносно невелику вартість. В основі цього методу лежить ефект Джоуля-Томсона. Ефект Джоуля-Томсона виявляється у зміні температури газу в результаті його ізентальпійного розширення при протіканні через дросель. Тому цей метод ефективний при великих пластових тисках. Однак більшість родовищ знаходяться на пізній стадії розробки, через що пластові тиски вже не такі великі і досягнення потрібних показників якості газу стає скрутним навіть при застосуванні турбодетандерних агрегатів.

Тому актуальними є рішення, які здатні покращити даний метод і допоможуть досягти необхідної для газу точки роси по вуглеводням і максимізувати вихід рідких продуктів.

Мета роботи – удосконалення технології підготовки газу нафтогазоконденсатного родовища, яка дозволить підвищити якість товарного газу та знизити вміст важких вуглеводнів у його складі.

Для вирішення мети було поставлено завдання:

1. Розгляд теоретичних засад підготовки природного газу на родовищі.
2. Аналіз системи підготовки газу на Щербаківсько-Шкурупіївська площа.
3. Розробка пропозицій щодо удосконалення системи підготовки газу на Щербаківсько-Шкурупіївська площа НГКР.

Наукова новизна дослідження. Проведено аналіз ступеня вилучення компонентів газу та показників якості готових продуктів при використанні чинної

технологічної схеми підготовки газу Щербаківсько-Шкурупіївська площа . Також проведено аналіз цих показників після впровадження в існуючу схему стадії низькотемпературної ректифікації, що дозволяє покращити якість газу, що готується за допомогою програми UnisimDesign .

Практична значимість. На основі проведеного моделювання у програмі UnisimDesign було доведено, що запропонована модернізація дозволить підвищити не лише технологічну ефективність процесу, а й економічну за рахунок більшого виходу СПБТ та стабільного конденсату.

Положення що захищаються. Удосконалення технології підготовки газу за допомогою низькотемпературної ректифікації дозволить збільшити ступінь вилучення важких вуглеводнів  $C_{3+}$  з сирого газу, в результаті чого вдасться знизити температуру точки роси товарного газу по вуглеводням з мінус 38,44 °С до мінус 75,53 °С , що підвищить його якість, і навіть підвищити вихід товарного продукту – СПБТ на 142,6 %, що забезпечить прибуток запровадження технології.



## ВИСНОВКИ

У роботі було розглянуто теоретичні основи підготовки газу. Зокрема, розглянуто схеми застосування низькотемпературної сепарації, низькотемпературної конденсації, абсорбційної осушки та адсорбційної осушки газу. А також проаналізовано методи підвищення ступеня вилучення важких вуглеводнів зі складу товарного газу методами низькотемпературної абсорбції, низькотемпературної ректифікації та за допомогою газодинамічних сепараторів.

Також у ході роботи було розглянуто існуючий технологічний регламент з експлуатації нафтогазоконденсатного родовища, на основі якого вдалося в програмному комплексі UnisimDesign R460 змоделювати існуючу технологічну схему підготовки газу, яка стала основою для подальшого моделювання вдосконаленої схеми.

Для підвищення ступеня вилучення важких вуглеводнів із сировинного газу на установці підготовки газу родовища, що діє, була запропонована технологія низькотемпературної ректифікації.

Після введення у схему низькотемпературної ректифікації вдалося підвищити вміст метану у складі товарного газу (з 91,055% до 93,124%). При цьому сталося зниження компонентів  $C_{3+}$  (ступінь вилучення становила 100%). Кількість товарного газу через це трохи знизилася (на 1,8%). Однак це дозволило збільшити вихід вуглеводнів  $Z_{5+}$  на 108%, а вихід вуглеводнів  $Z_3-Z_4$  на 1426%.

Застосування технології низькотемпературної ректифікації дозволило знизити температуру точки роси вуглеводнів для осушеного газу з мінус 38,43 до мінус 75,54 °С порівняно зі стандартною технологією низькотемпературної сепарації. ДНП конденсату при цьому трохи зросла (з 60,67 кПа до 66,59 кПа), проте воно все ще задовольняє вимогам стабільного конденсату.

Було розглянуто вплив тиску в колоні ректифікації на вихід і якість підсумкових продуктів. Аналіз показав, що тиск у колоні не сильно позначається на якості товарного газу та конденсату.

Економічна ефективність даного проекту досягається за рахунок збільшення виходу СПБТ та стабільного конденсату. Внаслідок розрахунків визначено, що варіант підготовки газу з використанням низькотемпературної ректифікації є економічно рентабельним. Приріст виручки за три розрахункові роки становив 1,938 млн. грн. Термін окупності проекту – 2,4 роки.

Також для умов роботи на УКПГ визначено небезпечні та шкідливі виробничі фактори та запропоновано заходи щодо захисту від їх впливу. Визначено ступінь впливу експлуатації УКПГ на довкілля. Проаналізовано основні надзвичайні ситуації, які можуть статися на УКПГ та порядок їх ліквідації. Здійснено розрахунок необхідного повітрообміну при загазованості у приміщенні.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. «Узагальнення геолого-геофізичних матеріалів з урахуванням нових даних буріння на розвідувальних площах північно-західної частини ДДЗ» (інв. № 55982, Київська ГРЕ ДГП Укргеофізика, Лисинчук В.М., Київ, 1996 р.).
2. «Звіт про виконання сейсмозвідувальних робіт 2Д МСГТ (поздовжньо-непоздовжнє профілювання) на площі Тунівської групи структур в північно-західній частині ДДЗ. Липоводолинський р-н, Сумської обл.» (інв. № 61709, ТОВ «Інтегровані нафтогазові технології», НАК «Нафтогаз України», Пашкова Л.В., 2009 р.)
3. Єгурнова М.Г. Нафтогазоносність та особливості літогеофізичної будови відкладів нижнього карбону і девону Дніпровсько-Донецької западини / М.Є. Єгурнова, М.Я. Зайковський. - К.: Наукова думка, 2005. - 196 с.
4. Маєвський Б.Й. Прогнозування, пошук та розвідка родовищ вуглеводнів / Б.Й. Маєвський, О.Є. Лозинський, В.В. Гладун, П.М. Чепіль. - К.: Наукова думка, 2004. - 446 с.
5. Ганкевич, В. Ф., Пащенко, О. А., & Кіба, В. Я. (2015). Вплив вібрацій на буровий інструмент. Вібрації в техніці та технологіях, (4), 132-135.
6. Дудля, Н. А., & Пащенко, О. А. (2003). Визначення фізико-механічних властивостей гірських порід під час руйнування відривом.
7. Назаров, О., Ганкевич, В., Пащенко, О., & Кіба, В. (2020). Шляхи зменшення енергоємності та підвищення продуктивності при бурінні свердловин. Металургійний і плавний промисловості, (2), 10-19.
8. Пащенко, О. А., & Хоменко, В. Л. (2011). Визначення оптимального кроку різців у породоруйнівному інструменті. Породоруйнівний та металообробний інструмент-техніка та технологія його виготовлення та застосування.
9. Блохин, В. С., Политучий, А. И., & Пащенко, О. А. (2012).  
 . Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Гірничо-геологічна, (2), 205-211.
10. Михайлов В.А. Горючі корисні копалини України І В.А. Михайлов, М.В.

- Курило, В.Г. Омельченко та ін. - К.: «КНУ», 2009. - 376 с.
- 11.Суярко В.Г. Загальна та нафтогазова геологія / В.Г. Суярко, О.О. Сердюкова, В.В. Сухов. - Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013. - 212 с.
- 12.Історія та перспективи нафтогазовидобування / Білецький В.С., Гайко Г.І., Орловський В.М. - Львів: Видавництво «Новий Світ - 2000», 2019. - 302 с.
- 13.Нафтогазова механіка / О.В. Потетенко, Н.Г. Шевченко, К.А. Миронов та ін. - Харків: НТУ ХП, 2013.-160 с.
- 14.Костюченко М.М. Гідрогеологія та інженерна геологія / М.М. Костюченко, В.С. Шабатин. - К.: Київ, університет, 2005. - 159 с.
- 15.Коцкулич Я.С. Буріння нафтових та газових свердловин / Я.С. Коцкулич, Я.М. Кочкодан. - Коломия: Вік, 1999. - 504 с.
- 16.Бойко В.С. Розробка та експлуатація нафтових родовищ. - К.: Реал- Принт, 2004. - 695 с.
- 17.Технологія і техніка буріння / В. Войтенко, В. Вітрик. - К.: Центр Європи, 2012. - 708 с.
- 18.Лопатенко В. С. Управління життєвим циклом обладнання на прикладі компресорних станцій / Лопатенко В. С., Пащенко О. А. // Тиждень студентської науки - 2022 : матеріали 77-ої студентської науково-технічної конференції (Дніпро, 16-20 травня 2022 року) – Дніпро : НТУ «ДП», 2022. – С. 32-34
- 19.Мислюк М.А., Рибчич І.Й., Яремійчук Р.С. Буріння свердловин У 5 т. К.: Інтерпрес ЛТД, 2002-2004.
- 20.Суярко В.Г. Прогнозування, пошук та розвідка родовищ вуглеводнів. Харків: Фоліо. 2015. 413 с.
- 21.Войтенко В.С., Вітрик В.Г., Яремійчук Р.С., Яремійчук Я.С. Технологія і техніка буріння. Узагальнююча довідкова книга. - Л.: Центр Європи, 2012. - 708 с.
- 22.Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. - Д. : Донбас, 2004. - Т. 1 : А - К. - 640 с. - ISBN 966-7804-14-3.
- 23.Мислюк М.А., Рибчич І.Й., Яремійчук Р.С. Буріння свердловин У 5 т. К.: Інтерпрес ЛТД, 2002-2004.
- 24.Геологорозвідувальна справа і техніка безпеки: навч. Посібник / П.П.

Вирвінський, Ю.Л. Кузін, В.Л. Хоменко. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. - 368 с.

25. Kozhevnykov, A., Khomenko, V., Liu, B. C., Kamyshatskyi, O., & Pashchenko, O. (2020). The history of gas hydrates studies: From laboratory curiosity to a new fuel alternative. In *Key Engineering Materials* (Vol. 844, pp. 49-64). Trans Tech Publications Ltd.

## ДОДАТОК А

## Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4	НГІБ.ОПП.23.03.ПЗ	Пояснювальна записка	80	
5					
6			Демонстраційний матеріал	19	
7					
8			Графічний матеріал		

З повним текстом кваліфікаційної роботи є можливість ознайомитись  
на кафедрі нафтогазової інженерії та буріння:

49005 м. Дніпро,  
пр. Дмитра Яворницького, 19,  
корпус 7, кімнати 701-705,  
<https://trkk.nmu.org.ua/ua/>