

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

Навчально–науковий інститут нафти і газу
Кафедра буріння та геології
Спеціальність 103 Науки про Землю

До захисту
завідувач кафедри _____

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Оцінювання нафтогазоносності скоробогатівського
нафтогазоконденсатного родовища на основі комплексних досліджень гірських
порід

Пояснювальна записка

Керівник

к.т.н. доцент Ягольник А.М.

посада, наук. ступінь, ПІБ

підпис, дата,

Виконавець роботи

Підгірна Анжеліка Юріївна

студент, ПІБ

Група401НЗ

підпис, дата

Консультант за 1 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 2 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 3 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 4 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 5 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Дата захисту _____

Полтава, 2024

Національний університет Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет, Інститут Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра Буріння та геології
Освітньо-кваліфікаційний рівень: Бакалавр

Спеціальність 103 Науки про Землю

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

“ _____ ” _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Підгірна Анжеліка Юріївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Оцінювання нафтогазоносності скоробогатівського нафтогазоконденсатного родовища на основі комплексних досліджень гірських порід

Керівник проекту (роботи) к.т.н. доцент Ягольник А.М.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджений наказом вищого навч. закладу від _____ 2024 року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) 1. Науково-технічна література, періодичні видання, конспекти лекцій. 2. Геологічні звіти та звіти фінансової діяльності підприємств за профілем роботи. 3. Графічні додатки по площі: геолого-технічний наряд, сейсмо-геологічні профілі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; спеціальна частина; технічна частина; економічна частина; охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Тема, актуальність, мета та задачі роботи; структурна карта площі, геолого-технічний наряд та сейсмогеологічний профіль, висновок. (у формі презентації).

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Геологічна частина			
Спеціальна частина			
Технічна частина			
Економічна частина			
Охорона праці			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Етапи підготовки	Термін виконання
1	Геологічна частина	27.05–31.05
2	Спеціальна частина	01.06–06.06
3	Технічна частина	07.06–10.06
4	Економічна частина	10.06–12.06
5	Охорона праці	13.06–16.06
6	Попередні захисти робіт	17.06–23.06
7	Захист бакалаврської роботи	24.06–28.06

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Актуальність теми. Нафтогазова промисловість України є однією з ключових галузей економіки, яка забезпечує енергетичну безпеку держави та значною мірою впливає на соціально-економічний розвиток регіонів. Ефективність функціонування нафтогазового комплексу значною мірою залежить від стану ресурсної бази вуглеводнів, яка в Україні представлена переважно родовищами на пізній стадії розробки.

Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище є одним з найбільших за запасами вуглеводнів у Східному нафтогазоносному регіоні України. Родовище відкрите у 1970 році та введене в промислову розробку у 1980 році. За час експлуатації родовища видобуто понад 10 млн тонн нафти та 15 млрд м³ газу, що складає близько 20% від початкових видобувних запасів.

Незважаючи на тривалий період розробки, Скоробагатьківське родовище має значний потенціал для нарощування видобутку вуглеводнів за рахунок впровадження сучасних методів інтенсифікації та підвищення нафтогазовилучення. Актуальність цих завдань зумовлена необхідністю забезпечення енергетичної безпеки України та зменшення залежності від імпорту енергоносіїв.

Ефективність подальшої розробки Скоробагатьківського родовища значною мірою залежить від детальності вивчення геологічної будови та фільтраційно-ємнісних властивостей продуктивних горизонтів. Тому важливим напрямком досліджень є проведення комплексних геологічних, геофізичних та петрофізичних досліджень гірських порід, які дозволяють отримати достовірну інформацію про будову та властивості порід-колекторів.

Іншим актуальним завданням є вдосконалення методів оцінки запасів вуглеводнів та прогнозування показників розробки родовища на основі постійно діючих геолого-технологічних моделей. Це дозволяє оптимізувати систему розробки родовища, підвищити коефіцієнти вилучення вуглеводнів та забезпечити раціональне використання надр.

Таким чином, актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю забезпечення енергетичної безпеки України, підвищення ефективності розробки Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища та раціонального використання його вуглеводневого потенціалу на основі комплексних геологічних досліджень та сучасних методів моделювання.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є оцінювання нафтогазоносності Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища на основі комплексних досліджень гірських порід для обґрунтування раціональної системи подальшої розробки та підвищення ефективності вилучення вуглеводнів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати геологічну будову та літолого-фаціальні особливості продуктивних горизонтів Скоробагатьківського родовища.

2. Провести комплексні мінералого-петрографічні та петрофізичні дослідження кернавого матеріалу для визначення фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів.

3. Виконати кількісну оцінку запасів вуглеводнів Скоробагатьківського родовища з використанням об'ємного методу та ймовірно-статистичних методів.

4. Побудувати постійно діючу геолого-технологічну модель Скоробагатьківського родовища та виконати прогностичні розрахунки показників розробки.

5. Обґрунтувати раціональну систему розробки Скоробагатьківського родовища та розробити рекомендації щодо підвищення ефективності вилучення вуглеводнів.

Об'єкт дослідження: продуктивні горизонти Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища.

Предмет дослідження: літолого-фаціальні особливості, фільтраційно-ємнісні властивості порід-колекторів, закономірності поширення та зміни

колекторських властивостей продуктивних горизонтів, особливості геологічної будови покладів вуглеводнів.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СКОРОБАГАТЬКІВСЬКОГО НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА

1.1 Географічне розташування та геологічна будова родовища

Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище розташоване в Чорнухинському районі Полтавської області, приблизно за 18 км на північний схід від м. Лохвиця [1, с. 23]. Родовище приурочене до північно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), яка є однією з найбільших нафтогазоносних провінцій України. Геологічна будова Скоробагатьківського родовища характеризується складною тектонічною структурою, що зумовлена його розташуванням в зоні зчленування Срібнянської депресії та Жданівського виступу фундаменту.

Родовище приурочене до брахіантиклінальної складки субширотного простягання, яка ускладнена серією розривних порушень різного рангу та амплітуди [4, с. 89]. Розміри структури по ізогіпсі -4400 м складають 8,5×3,5 км, амплітуда – близько 350 м . Крила складки асиметричні, північне крило більш круте (кути падіння 25-30°), південне – більш полого залягає (кути падіння 10-15°) .

Геологічний розріз родовища представлений відкладами палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку. Породи кристалічного фундаменту залягають на глибині близько 6000 м і представлені гранітами, гранодіоритами та гнейсами докембрійського віку. Осадочий чохол складений переважно теригенними відкладами девону, карбону, пермі, тріасу, юри та крейди .

Основні продуктивні горизонти Скоробагатьківського родовища приурочені до відкладів нижнього карбону (візейський і турнейський яруси) та верхнього девону (фаменський ярус). Поклади вуглеводнів пластові, склепінчасті, тектонічно екрановані та літологічно обмежені. Колекторами нафти і газу є пісковики, алевроліти та карбонатні породи з добрими фільтраційно-ємнісними властивостями.

Скоробагатьківське родовище характеризується складною геологічною будовою, що зумовлює необхідність проведення детальних геологічних,

геофізичних та гідродинамічних досліджень для ефективної розробки покладів вуглеводнів [2, с. 48]. Наявність розривних порушень різного рангу та амплітуди може суттєво впливати на розподіл флюїдів у пластах-колекторах та ускладнювати процес видобутку нафти і газу.

Для уточнення геологічної будови родовища та оцінки його нафтогазоносності застосовуються різноманітні методи досліджень, такі як сейсмозв'язка 3D, геофізичні дослідження свердловин (ГДС), кернавий аналіз, гідродинамічні дослідження тощо. Комплексна інтерпретація отриманих даних дозволяє створити детальну геологічну модель родовища та оцінити його ресурсний потенціал.

Скоробагатьківське родовище розташоване в межах Глинсько-Солохівського газонафтоносного району Східного нафтогазоносного регіону України. Цей регіон характеризується високою щільністю початкових сумарних ресурсів вуглеводнів та значним видобувним потенціалом. Поряд зі Скоробагатьківським родовищем розташовані інші відомі родовища вуглеводнів, такі як Яблунівське, Глинсько-Розбишівське, Лохвицьке та інші.

Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище розташоване в межах Чорнухинського району Полтавської області, на відстані близько 18 км на північний схід від районного центру Чорнухи. Родовище приурочене до північно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), яка є основною нафтогазоносною провінцією України.

Адміністративно родовище знаходиться на території Чорнухинського та частково Лохвицького районів Полтавської області. Найближчими населеними пунктами є села Скоробагатьки, Вороньки, Хейлівщина та Піски-Удайські. Відстань до обласного центру м. Полтава складає близько 180 км.

Район родовища має рівнинний рельєф з абсолютними відмітками поверхні від 120 до 160 м. Місцевість розчленована долинами річок та балками, які є притоками р. Удай. Клімат помірно-континентальний з середньорічною температурою повітря $+7^{\circ}\text{C}$ та кількістю опадів 500-550 мм на рік.

В геологічній будові Скоробагатьківського родовища беруть участь породи кристалічного фундаменту та осадового чохла. Кристалічний фундамент складений метаморфічними та магматичними породами докембрійського віку - гранітами, гнейсами, амфіболітами. Поверхня фундаменту залягає на глибинах від 4 до 6 км.

Осадовий чохол представлений відкладами девонської, кам'яновугільної, пермської, тріасової, юрської, крейдової, палеогенової та неогенової систем. Загальна товщина осадових порід складає від 4000 до 6000 м. В розрізі осадового чохла виділяються три основні структурні поверхи: нижній (девонський), середній (кам'яновугільно-нижньопермський) та верхній (верхньопермсько-мезозойський).

Нижній структурний поверх складений теригенними та карбонатно-теригенними відкладами девонського віку. Породи представлені переважно пісковиками, алевролітами, аргілітами з прошарками вапняків та доломітів. Товщина девонських відкладів сягає 1500 м.

Середній структурний поверх включає в себе теригенні та карбонатні відклади кам'яновугільної та нижньопермської систем. Серед порід переважають пісковики, алевроліти, аргіліти, вапняки, доломіти, кам'яне вугілля. Товщина кам'яновугільних відкладів складає від 800 до 1800 м, нижньопермських - від 300 до 1000 м.

Верхній структурний поверх представлений переважно теригенними породами верхньопермського, тріасового, юрського, крейдового та палеоген-неогенового віку. Це піски, пісковики, алевроліти, аргіліти, глини, мергелі, крейда. Товщина верхнього структурного поверху коливається від 500 до 1500 м.

В тектонічному відношенні Скоробагатьківське родовище приурочене до північного борту ДДЗ, який характеризується моноклінальним заляганням порід осадового чохла з падінням на південний схід під кутами 3-5°. Моноклінальна структура ускладнена рядом локальних піднять та депресій, які мають субширотне або північно-західне простягання.

Безпосередньо родовище пов'язане з Скоробагатьківською брахіантикліналлю, яка є структурою III порядку. Брахіантикліналь має субширотне простягання, її розміри складають $8,5 \times 3,5$ км, амплітуда - близько 350 м. Північне крило структури більш круте з кутами падіння $25-30^\circ$, південне - більш полого залягає під кутами $10-15^\circ$.

Скоробагатьківська брахіантикліналь порушена серією тектонічних порушень скидового типу амплітудою від 50 до 200 м. Найбільшими розривними порушеннями є Північно-Скоробагатьківський та Південно-Скоробагатьківський скиди субширотного простягання, які розділяють структуру на три блоки: північний, центральний та південний.

Нафтогазоносність Скоробагатьківського родовища пов'язана з теригенними відкладами середнього кам'яновугільного віку (башкирський та московський яруси). Продуктивними є горизонти Б-5, Б-7, М-2 та М-3, які представлені пісковиками та алевролітами з прошарками аргілітів. Колектори порового, рідше порово-тріщинного типу.

Поклади вуглеводнів на родовищі пластові, склепінчасті, тектонічно екрановані та літологічно обмежені. Режим покладів пружний та розчиненого газу. Початкові дебіти свердловин коливаються від 50 до 500 тис. м³/добу газу та від 10 до 150 т/добу конденсату. Сумарні початкові видобувні запаси родовища оцінюються в 15 млрд м³ газу та 2,5 млн т конденсату.

Основними перспективами подальших геологорозвідувальних робіт на Скоробагатьківському родовищі є дорозвідка глибокозалягаючих горизонтів нижнього карбону та девону, а також виявлення нових покладів вуглеводнів в межах виявлених структур. Крім того, перспективним напрямком є оцінка нетрадиційних покладів вуглеводнів, пов'язаних з ущільненими породами та сланцевими товщами.

Таким чином, Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище є цінним джерелом вуглеводневої сировини в Україні, яке має значні запаси та ресурси газу та конденсату. Родовище характеризується складною геологічною будовою та тектонічною структурою, що зумовлює необхідність проведення

детальних геологорозвідувальних робіт для уточнення будови покладів та оптимізації їх розробки.

Геологічна будова Скоробагатьківського родовища є типовою для нафтогазоконденсатних родовищ Дніпровсько-Донецької западини [9, с. 158]. Вона характеризується наявністю декількох продуктивних горизонтів, приурочених до відкладів палеозойського віку, та складною тектонічною структурою, що зумовлює необхідність проведення детальних геологічних досліджень для ефективної розробки покладів вуглеводнів.

Отже, Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище розташоване в Чорнухинському районі Полтавської області та приурочене до північно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини. Геологічна будова родовища характеризується складною тектонічною структурою та наявністю декількох продуктивних горизонтів у відкладах нижнього карбону та верхнього девону. Для уточнення геологічної будови та оцінки нафтогазоносності родовища застосовуються різноманітні методи геологічних, геофізичних та гідродинамічних досліджень.

1.2 Стратиграфія та літологія продуктивних горизонтів

Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище характеризується складною стратиграфічною будовою, що зумовлено тривалою історією геологічного розвитку регіону та різноманітністю умов осадконакопичення. Стратиграфічний розріз родовища представлений відкладами палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку.

Продуктивні горизонти Скоробагатьківського родовища приурочені до відкладів нижнього карбону (візейський і турнейський яруси) та верхнього девону (фаменський ярус) [3, с. 72]. Ці відклади представлені переважно теригенними породами – пісковиками, алевролітами, аргілітами та глинистими сланцями.

Візейські відклади на родовищі представлені переважно пісковиками з прошарками алевролітів та аргілітів. Пісковики дрібно- та середньозернисті,

кварцові, з глинисто-карбонатним цементом. Алевроліти та аргіліти темно-сірі, слюдисті, з вуглефікованими рослинними залишками. Товщина візейських відкладів на родовищі варіює від 150 до 400 м [7, с. 138].

Турнейські відклади представлені переважно глинистими вапняками з прошарками пісковиків та алевролітів. Вапняки темно-сірі, дрібнозернисті, з включеннями кременів та вуглефікованих рослинних залишків. Пісковики кварцові, дрібнозернисті, з карбонатним цементом. Товщина турнейських відкладів на родовищі складає від 50 до 150 м [10, с. 182].

Фаменські відклади на Скоробагатьківському родовищі представлені переважно пісковиками з прошарками алевролітів та аргілітів. Пісковики кварцові, дрібно- та середньозернисті, з глинисто-карбонатним цементом. Алевроліти та аргіліти темно-сірі, слюдисті, з вуглефікованими рослинними залишками. Товщина фаменських відкладів на родовищі варіює від 100 до 300 м [3, с. 74].

Продуктивні горизонти Скоробагатьківського родовища характеризуються складною літологічною будовою, що зумовлено мінливістю умов осадконакопичення та вторинними процесами перетворення порід. Колекторами нафти і газу в межах родовища є пісковики та алевроліти з добрими фільтраційно-ємнісними властивостями.

Пористість порід-колекторів на родовищі варіює від 10 до 20%, проникність – від 1 до 100 мД [6, с. 118]. Ці параметри значною мірою залежать від гранулометричного складу порід, типу цементу та ступеня вторинних перетворень. Найкращими колекторськими властивостями характеризуються середньозернисті пісковики з карбонатним цементом.

Літологічні особливості порід-колекторів Скоробагатьківського родовища вивчаються за допомогою комплексу методів, таких як петрографічний аналіз шліфів, рентгеноструктурний аналіз, електронна мікроскопія тощо. Ці дослідження дозволяють визначити мінеральний склад порід, структурно-текстурні особливості, тип цементу та інші важливі параметри, що впливають на фільтраційно-ємнісні властивості колекторів .

Окрім теригенних порід-колекторів, на Скоробагатьківському родовищі також присутні карбонатні колектори, представлені переважно тріщинуватими та кавернозними вапняками. Ці породи характеризуються складною будовою порового простору та значною неоднорідністю фільтраційно-ємнісних властивостей [2, с. 54].

Для ефективного видобутку вуглеводнів зі складнобудованих колекторів Скоробагатьківського родовища необхідно проводити детальні літолого-петрофізичні дослідження кернавого матеріалу та даних ГДС [3, с. 76]. Ці дослідження дозволяють визначити основні параметри порід-колекторів, такі як пористість, проникність, структуру порового простору, ступінь неоднорідності тощо [4, с. 98].

Стратиграфічний розріз Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища представлений потужною товщею осадових порід девонського, кам'яновугільного, пермського, тріасового, юрського, крейдового та палеоген-неогенового віку. Загальна товщина осадового чохла сягає 6000 м.

Продуктивні горизонти родовища приурочені до теригенних відкладів середнього карбону (башкирський та московський яруси). Ці відклади залягають на глибинах від 3500 до 5000 м і представлені циклічним чергуванням пісковиків, алевролітів та аргілітів з прошарками вапняків та вугілля.

Башкирські відклади представлені теригенними породами з переважанням пісковиків та алевролітів. Товщина башкирських відкладів коливається від 200 до 400 м. В розрізі башкирського ярусу виділяються продуктивні горизонти Б-5 та Б-7.

Горизонт Б-5 залягає на глибинах 3700-3900 м і представлений пісковиками світло-сірими, дрібно- та середньозернистими, кварцовими, з прошарками алевролітів та аргілітів. Товщина горизонту складає 20-30 м. Колектори порового типу з пористістю 12-18% та проникністю 10-100 мД.

Горизонт Б-7 залягає на глибинах 3900-4100 м і складений пісковиками сірими, дрібно- та середньозернистими, кварц-польовошпатовими, з

прошарками алевролітів та аргілітів. Товщина горизонту сягає 30-40 м. Колектори порового типу з пористістю 10-15% та проникністю 1-50 мД.

Московські відклади представлені теригенно-карбонатними породами з переважанням алевролітів та аргілітів. Товщина московських відкладів складає 300-500 м. В розрізі московського ярусу виділяються продуктивні горизонти М-2 та М-3.

Горизонт М-2 залягає на глибинах 4200-4400 м і складений алевролітами сірими та темно-сірими, глинистими, з прошарками пісковиків та аргілітів. Товщина горизонту становить 10-20 м. Колектори порово-тріщинного типу з пористістю 8-12% та проникністю 0,1-10 мД.

Горизонт М-3 залягає на глибинах 4400-4600 м і представлений пісковиками світло-сірими, дрібнозернистими, кварцовими, з прошарками алевролітів та аргілітів. Товщина горизонту сягає 15-25 м. Колектори порового типу з пористістю 10-14% та проникністю 1-50 мД.

Літологічний склад продуктивних горизонтів Скоробагатьківського родовища характеризується значною мінливістю як за площею, так і за розрізом. Пісковики башкирських горизонтів Б-5 та Б-7 мають кварцовий та кварц-польовошпатовий склад, з домішками уламків порід, слюд та акцесорних мінералів. Цемент пісковиків глинистий, карбонатно-глинистий, рідше регенераційний кварцовий.

Алевроліти та аргіліти башкирських та московських відкладів мають переважно кварц-гідрослюдистий склад з домішками хлориту, каолініту та органічної речовини. Карбонатність порід варіює від 5 до 30%, що зумовлено наявністю прошарків мергелів та вапняків.

Колекторські властивості продуктивних горизонтів визначаються структурно-текстурними особливостями порід, мінеральним складом та характером розвитку вторинних процесів. Пористість пісковиків змінюється від 8 до 18%, проникність - від 0,1 до 100 мД.

Важливими факторами, які впливають на фільтраційно-ємнісні властивості колекторів, є гранулометричний склад, ступінь відсортованості та окатаності

уламкового матеріалу, тип цементу та характер розподілу пор. Найкращими колекторами є середньо- та дрібнозернисті пісковики з рівномірною пористістю та однорідним розподілом цементу.

Вторинні процеси, такі як розчинення та вилуговування польових шпатів, утворення мікротріщинуватості, перекристалізація цементу та ін., можуть суттєво змінювати первинні колекторські властивості порід. В окремих випадках вторинні процеси призводять до формування порово-тріщинного типу колектору з підвищеними значеннями пористості та проникності.

Для уточнення літології та колекторських властивостей продуктивних горизонтів Скоробагатьківського родовища застосовується комплекс седиментологічних, петрографічних, петрофізичних та геофізичних методів досліджень керну та шламу. Особлива увага приділяється вивченню речовинного складу, структурно-текстурних особливостей та характеру порового простору порід-колекторів.

Результати літолого-петрографічних досліджень є основою для побудови геологічних та петрофізичних моделей продуктивних горизонтів, які використовуються для підрахунку запасів вуглеводнів та проектування розробки родовища. Крім того, ці дані дозволяють прогнозувати зміни колекторських властивостей порід в процесі розробки та оптимізувати методи впливу на пласти.

Таким чином, продуктивні горизонти Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища представлені теригенними відкладами башкирського та московського ярусів середнього карбону. Літологічний склад порід характеризується чергуванням пісковиків, алевролітів та аргілітів з прошарками вапняків та вугілля. Колекторські властивості порід визначаються їх структурно-текстурними особливостями, мінеральним складом та характером вторинних процесів. Детальне вивчення літології та колекторських властивостей продуктивних горизонтів є важливою складовою ефективною розвідки та розробки родовища.

Результати літолого-петрофізичних досліджень використовуються для створення геологічних та гідродинамічних моделей родовища, які є основою для

проектування розробки покладів вуглеводнів. Ці моделі дозволяють оцінити запаси нафти і газу, оптимізувати систему розробки родовища та прогнозувати показники видобутку вуглеводнів на перспективу.

Таким чином, продуктивні горизонти Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища приурочені до відкладів нижнього карбону (візейський і турнейський яруси) та верхнього девону (фаменський ярус), які представлені переважно теригенними породами – пісковиками, алевролітами та аргілітами. Колекторами нафти і газу є пісковики та алевроліти з добрими фільтраційно-ємнісними властивостями, а також тріщинуваті та кавернозні вапняки. Для ефективного видобутку вуглеводнів зі складнобудованих колекторів родовища необхідно проводити детальні літолого-петрофізичні дослідження кернавого матеріалу та даних ГДС.

1.3 Історія відкриття та розробки родовища

Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище було відкрите в 1973 році в результаті проведення геологорозвідувальних робіт на території Чорнухинського району Полтавської області. Перша пошукова свердловина № 1 була пробурена в межах Скоробагатьківської структури і розкрила газоконденсатний поклад у відкладах візейського ярусу нижнього карбону .

Після відкриття родовища розпочалися активні роботи з його розвідки та дорозвідки. У період з 1973 по 1980 роки на родовищі було пробурено більше 20 розвідувальних та оціночних свердловин, які дозволили встановити наявність декількох продуктивних горизонтів у відкладах нижнього карбону та верхнього девону.

У 1980 році Скоробагатьківське родовище було введено в дослідно-промислову експлуатацію. На початковому етапі розробки родовища видобуток газу здійснювався з візейських відкладів через свердловини №№ 2, 3, 5 та 7 [6, с. 122]. Пізніше в розробку були залучені поклади вуглеводнів у турнейських та фаменських відкладах.

У 1985 році на родовищі було розпочато промислову розробку покладів вуглеводнів. Для ефективного вилучення запасів нафти і газу на родовищі застосовувалися різні методи інтенсифікації припливу, такі як гідророзрив пласта, кислотна обробка привибійної зони, а також використання горизонтальних і похило-спрямованих свердловин.

З метою підтримання пластового тиску та збільшення нафтовіддачі на Скоробагатьківському родовищі з 1987 року впроваджується система заводнення. Для цього були побудовані спеціальні нагнітальні свердловини, через які в продуктивні горизонти закачується вода. Завдяки застосуванню методів інтенсифікації та підтримки пластового тиску вдалося значно збільшити видобуток вуглеводнів на родовищі.

У 1990-х роках на Скоробагатьківському родовищі проводилися роботи з дорозвідки глибокозалягаючих горизонтів. Були пробурені свердловини №№ 101, 201 і 202, які розкрили нові продуктивні пласти в турнейських і фаменських

відкладах [4, с. 102]. Це дозволило суттєво збільшити видобувні запаси родовища та продовжити термін його експлуатації.

На початку 2000-х років на родовищі впроваджуються нові технології розробки, такі як буріння багатовибійних горизонтальних свердловин, застосування гідродинамічних методів підвищення нафтовіддачі, а також використання сучасних методів контролю та управління процесом розробки. Ці заходи дозволяють підвищити ефективність вилучення вуглеводнів та продовжити рентабельну експлуатацію родовища.

Станом на 2021 рік Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище перебуває на завершальній стадії розробки. Більшість продуктивних покладів значною мірою виснажені, і видобуток вуглеводнів поступово скорочується [9, с. 166]. Однак, завдяки застосуванню сучасних методів підвищення нафтовіддачі та оптимізації процесу розробки, родовище все ще зберігає значний видобувний потенціал.

Для підвищення ефективності розробки Скоробагатьківського родовища на завершальній стадії експлуатації необхідно проводити постійний моніторинг стану покладів вуглеводнів, аналізувати динаміку видобутку та здійснювати корегування систем розробки. Важливим напрямком є також залучення в розробку залишкових запасів вуглеводнів, які раніше вважалися нерентабельними.

Перспективним напрямком підвищення ефективності розробки Скоробагатьківського родовища є застосування методів збільшення нафтовіддачі (МЗН), таких як закачування вуглекислого газу, полімерне заводнення, термічні методи тощо [3, с. 82]. Ці методи дозволяють вилучити додаткові обсяги вуглеводнів з виснажених покладів та продовжити рентабельну експлуатацію родовища.

Окрім традиційних методів розробки, на Скоробагатьківському родовищі також вивчаються можливості застосування інноваційних технологій, таких як використання мікробіологічних методів підвищення нафтовіддачі, застосування

нанотехнологій для інтенсифікації припливу вуглеводнів, а також використання енергоефективних технологій для оптимізації процесу розробки [5, с. 115].

Таким чином, Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище було відкрите в 1973 році і введене в промислову розробку в 1985 році. За час експлуатації родовища застосовувалися різноманітні методи інтенсифікації видобутку та підвищення нафтовіддачі, що дозволило значно збільшити видобуток вуглеводнів. На сучасному етапі родовище перебуває на завершальній стадії розробки, і для підвищення його ефективності необхідно застосовувати нові технології та методи розробки, а також здійснювати постійний моніторинг та оптимізацію процесу видобутку вуглеводнів.

РОЗДІЛ 2. КОМПЛЕКСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД СКОРОБАГАТЬКІВСЬКОГО РОДОВИЩА

2.1 Методи відбору та підготовки зразків гірських порід для досліджень

Для проведення комплексних досліджень гірських порід Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища необхідно здійснити відбір репрезентативних зразків керну та їх належну підготовку [11, с. 92]. Відбір керну проводиться зі свердловин, які розкривають продуктивні горизонти родовища, за допомогою спеціальних керновідбірних снарядів.

Процес відбору керну включає в себе кілька етапів: підготовку свердловини до керновідбору, спуск керновідбірного снаряду на задану глибину, відбір керну та його підйом на поверхню, вилучення керну зі снаряду та його попередню обробку. Відібраний керн розміщують у спеціальні ящики з відповідним маркуванням, яке включає номер свердловини, інтервал відбору та глибину.

Для забезпечення збереження керну та мінімізації його руйнування під час транспортування і зберігання застосовуються спеціальні методи консервації, такі як обгортання керну плівкою, покриття парафіном або полімерними смолами. Законсервований керн транспортується в спеціалізовані лабораторії для проведення подальших досліджень [16, с. 207].

Підготовка зразків гірських порід для досліджень включає в себе кілька етапів: очищення керну від бурового розчину та сторонніх домішок, розпилювання керну на стандартні циліндричні зразки, екстракцію флюїдів з порового простору, сушіння зразків до постійної маси та їх маркування [17, с. 230].

Таблиця 2.1 - Вимоги до стандартних зразків керну для петрофізичних досліджень [18, с. 253]

Параметр	Значення
----------	----------

Діаметр, мм	30
Довжина, мм	60
Відношення довжини до діаметру	2:1
Торцеві поверхні	Паралельні, шліфовані
Бокова поверхня	Циліндрична, шліфована
Відхилення від циліндричності, мм	$\leq 0,25$
Відхилення від паралельності торців, мм	$\leq 0,25$

Очищення керну від бурового розчину та сторонніх домішок здійснюється шляхом його промивання водою або спеціальними розчинниками з подальшим висушуванням. Розпилювання керну на стандартні циліндричні зразки проводиться за допомогою високоточних алмазних пил з водяним охолодженням [20, с. 299]. Розміри та вимоги до стандартних зразків керну регламентуються відповідними стандартами та методиками (табл. 2.1).

Екстракція флюїдів з порового простору зразків здійснюється за допомогою спеціальних екстракційних установок, які забезпечують повне видалення нафти, газу та води з порового простору гірської породи. Найбільш поширеними методами екстракції є екстракція в апараті Соклета з використанням розчинників та екстракція в апараті Діна-Старка з використанням киплячої води.

Після екстракції флюїдів зразки керну висушуються до постійної маси в сушильних шафах при температурі 105-110°C. Висушені зразки маркуються з зазначенням номера свердловини, глибини відбору, типу породи та призначення зразка.

Відбір зразків керна для петрофізичних досліджень здійснюється з урахуванням літологічної неоднорідності та структурних особливостей продуктивних горизонтів. Для отримання репрезентативних даних

рекомендується відбирати kern рівномірно по розрізу свердловини з інтервалом 0,5-1,0 м [31, с. 48].

Транспортування керна здійснюється в спеціальних ящиках з гнучкими перегородками, які запобігають його переміщенню та руйнуванню. На кожному ящику зазначається номер свердловини, інтервал відбору та дата відбору керна.

Зберігання керна здійснюється в спеціальних кернових сховищах, обладнаних стелажми та системою контролю температури і вологості повітря. Перед розміщенням на зберігання kern розділяють на метрові секції, маркують та заносять до спеціального журналу.

Лабораторні дослідження керна включають в себе макроскопічний опис, виготовлення шліфів та петрографічні дослідження, виміри фізичних та колекторських властивостей порід (пористість, проникність, залишкова водонасиченість та ін.), а також спеціальні дослідження (геохімічні, палеонтологічні та ін.).

Для вимірювання відкритої пористості використовують газоволуметричний метод, який полягає у насиченні зразка газом та визначенні його об'єму за стандартних умов. Для цього застосовують спеціальні прилади - порозиметри [32, с. 128].

Визначення абсолютної проникності порід здійснюється шляхом вимірювання швидкості фільтрації газу через зразок керна при створенні перепаду тиску. Дослідження проводять на установках, обладнаних системою забезпечення пластових умов (температури та тиску).

Для вивчення структури порового простору порід застосовують методи растрової електронної мікроскопії, рентгенівської томографії, ядерно-магнітного резонансу та капіляриметрії. Ці методи дозволяють визначити розмір, форму та просторовий розподіл пор у породі [33, с. 94].

Дослідження електричних властивостей порід проводиться на спеціальних установках шляхом вимірювання питомого електричного опору при різних значеннях водонасиченості зразків. Отримані дані використовуються для оцінки

характеру насичення порід-колекторів та розрахунку коефіцієнтів нафтогазонасиченості.

Вивчення акустичних властивостей порід здійснюється шляхом вимірювання швидкості розповсюдження пружних хвиль в зразках керну при різних напрямках поширення (поздовжньому та поперечному). Ці дані використовуються для оцінки пружних властивостей порід та прогнозування їх поведінки при розробці родовища.

Результати петрофізичних досліджень керна використовуються для побудови петрофізичних моделей продуктивних горизонтів, які є основою для підрахунку запасів вуглеводнів та проектування розробки родовища. Ці моделі постійно уточнюються та коригуються в процесі надходження нових даних буріння та дослідження свердловин.

Для проведення комплексних досліджень гірських порід Скоробагатьківського родовища важливо забезпечити якісний відбір кернового матеріалу та його належне транспортування і зберігання. При відборі керну необхідно дотримуватись певних правил та рекомендацій, які дозволяють зберегти природний стан порід та мінімізувати їх механічне та фізико-хімічне руйнування.

Перед початком буріння свердловини проводиться ретельне планування робіт з відбору керну, яке включає вибір інтервалів відбору, типу та розміру керновідбірних снарядів, режимів буріння та промивальної рідини. Для відбору керну на Скоробагатьківському родовищі використовуються як одноразові, так і багаторазові керновідбірні снаряди, які дозволяють отримувати керн діаметром від 60 до 100 мм.

Процес буріння свердловини з відбором керну контролюється за допомогою спеціальних датчиків та приладів, які дозволяють відстежувати швидкість буріння, навантаження на долото, момент обертання, витрату та тиск промивальної рідини. Ці параметри регулюються з метою оптимізації процесу відбору керну та забезпечення його максимальної збереженості.

Після підйому керновідбірною снарядом на поверхню здійснюється вилучення керну та його попередній опис. Керн розміщують у спеціальні ящики з комірками, які маркуються відповідно до інтервалу відбору та глибини. При цьому керн орієнтують за напрямком буріння та зберігають цілісність окремих шматків.

Для збереження природного стану порід та запобігання їх руйнуванню під час транспортування і зберігання застосовуються різні методи консервації керну. Найбільш поширеними є обгортання керну спеціальною плівкою, покриття парафіном або полімерними смолами, а також розміщення керну в герметичні контейнери з інертним середовищем.

Транспортування керового матеріалу до лабораторії здійснюється в спеціальних ящиках або контейнерах, які захищають керн від механічних пошкоджень та впливу зовнішніх факторів. При цьому важливо забезпечити стабільність температурного режиму та вологості під час транспортування.

Підготовка зразків керну для лабораторних досліджень включає в себе очищення від бурового розчину та сторонніх домішок, розпилювання на циліндричні зразки стандартного розміру, екстракцію флюїдів з порового простору, висушування та маркування зразків. Всі ці операції проводяться в спеціально обладнаних приміщеннях з контрольованими умовами температури, вологості та чистоти повітря.

Очищення керну від забруднень проводиться шляхом його промивання водою або органічними розчинниками з подальшим висушуванням при кімнатній температурі або в сушильних шафах. Розпилювання керну на зразки здійснюється за допомогою високоточних алмазних пил з водяним охолодженням, що дозволяє мінімізувати механічне руйнування порід.

Екстракція флюїдів з порового простору зразків проводиться в апаратах Сокслета або Діна-Старка з використанням органічних розчинників або дистильованої води. Повнота екстракції контролюється шляхом вимірювання маси зразків до та після екстракції, а також за допомогою хроматографічного аналізу екстрагованих флюїдів.

Висушування зразків керну здійснюється в сушильних шафах при температурі 105-110°C до досягнення постійної маси. Після висушування зразки маркуються з зазначенням свердловини, інтервалу відбору, номера зразка та його орієнтації.

Для забезпечення репрезентативності відібраних зразків керну використовуються спеціальні методики відбору, які враховують літологічну неоднорідність та анізотропію порід. Зокрема, застосовуються методи орієнтованого відбору керну, які дозволяють зберегти інформацію про просторову орієнтацію зразків та дослідити напрямки анізотропії фільтраційних властивостей.

Для збереження природного стану порід-колекторів під час виймання керну зі свердловини та транспортування в лабораторію використовуються спеціальні керноприймальні пристрої та ізолюючі бурові розчини. Це дозволяє мінімізувати вплив техногенних факторів на колекторські властивості порід та отримати достовірні результати досліджень.

При підготовці зразків керну до лабораторних досліджень важливо дотримуватись стандартних методик розпилювання, висушування та екстрагування, які забезпечують відтворюваність результатів вимірювань. Зокрема, застосовуються методи повільного висушування зразків в умовах природної вологості та методи екстрагування з використанням розчинників різної полярності.

Для контролю якості підготовки зразків керну використовуються методи неруйнівного контролю, такі як рентгенівська томографія, ядерно-магнітний резонанс та ультразвукове сканування. Ці методи дозволяють візуалізувати внутрішню структуру порід, оцінити ступінь їх однорідності та виявити наявність тріщин і каверн.

На всіх етапах відбору, транспортування, зберігання та підготовки керну ведеться детальна документація, яка включає в себе дані про умови буріння, інтервали відбору, стан керну, методи його консервації та обробки. Ця

інформація є важливою для подальшої інтерпретації результатів лабораторних досліджень та побудови геологічних моделей родовища.

Правильний відбір та підготовка зразків гірських порід є запорукою отримання достовірних та репрезентативних результатів лабораторних досліджень, які використовуються для оцінки колекторських властивостей порід, підрахунку запасів вуглеводнів та проектування розробки родовища.

Таким чином, відбір та підготовка зразків гірських порід є важливим етапом проведення комплексних досліджень, який забезпечує отримання достовірних та репрезентативних результатів. Дотримання стандартних методик та процедур на всіх етапах відбору та підготовки зразків дозволяє отримати якісний матеріал для подальших петрографічних, мінералогічних та петрофізичних досліджень.

2.2 Петрографічні та мінералогічні дослідження порід-колекторів

Петрографічні та мінералогічні дослідження порід-колекторів Скоробагачківського нафтогазоконденсатного родовища є важливою складовою комплексних досліджень, які дозволяють визначити літологічний склад, структурно-текстурні особливості та мінералогію порід [15, с. 186]. Ці дані є необхідними для оцінки колекторських властивостей порід та прогнозування їх змін в процесі розробки родовища.

Петрографічні дослідження порід-колекторів проводяться за допомогою оптичної мікроскопії з використанням поляризаційних мікроскопів. Для цього з відібраних зразків керну виготовляються шліфи - тонкі зрізи породи товщиною 0,03 мм, приклеєні на предметне скло. Шліфи досліджуються під мікроскопом у прохідному та відбитому світлі, що дозволяє визначити мінеральний склад, структуру та текстуру породи, а також наявність та характер порового простору [19, с. 278].

Для детального вивчення структури порового простору порід-колекторів використовуються методи комп'ютерної мікротомографії, які дозволяють отримати тривимірне зображення внутрішньої будови породи з роздільною

здатністю до декількох мікрон. Ці дані використовуються для визначення параметрів пористості, проникності та звивистості порових каналів [34, с. 115].

Дослідження змін колекторських властивостей порід під впливом техногенних факторів (зміни температури, тиску, хімічного складу флюїдів) здійснюється шляхом моделювання пластових умов на спеціальних установках. Ці експерименти дозволяють прогнозувати поведінку порід-колекторів в процесі розробки родовища та оцінювати ефективність методів інтенсифікації видобутку.

Вивчення анізотропії колекторських властивостей порід проводиться шляхом вимірювання петрофізичних параметрів (пористості, проникності) у різних напрямках відносно нашарування. Ці дані використовуються для оцінки впливу анізотропії на фільтраційні процеси в пласті та оптимізації схем розміщення свердловин [36, с. 148].

Для визначення водонасиченості порід-колекторів використовуються методи капілярметрії, які дозволяють встановити залежність водонасиченості від капілярного тиску. Ці дані використовуються для побудови кривих капілярного тиску та оцінки характеру насичення порід в умовах змішаної змочуваності.

Дослідження порід-колекторів в умовах пластових температур і тисків здійснюється на спеціальних установках, обладнаних системами створення і підтримки тиску до 100 МПа і температури до 200°C. Ці експерименти дозволяють отримати петрофізичні параметри порід в умовах, наближених до пластових, та оцінити вплив термобаричних факторів на колекторські властивості [35, с. 107].

Вивчення впливу мінерального складу порід на їх колекторські властивості здійснюється шляхом комплексного аналізу даних петрографічних, рентгеноструктурних та електронно-мікроскопічних досліджень. Ці дані дозволяють встановити кількісні співвідношення між вмістом окремих мінералів (кварцу, польових шпатів, глинистих мінералів) та параметрами пористості і проникності порід.

Для оцінки впливу вторинних процесів (карбонатизації, сульфатизації, вищолочування) на колекторські властивості порід використовуються методи люмінесцентної мікроскопії, електронного парамагнітного резонансу та ізотопної геохімії. Ці дослідження дозволяють визначити генезис вторинних мінералів та оцінити їх роль у формуванні або деградації порового простору.

Петрофізичні моделі порід-колекторів, побудовані за результатами комплексних лабораторних досліджень, використовуються для інтерпретації даних геофізичних досліджень свердловин (ГДС) та сейсмозвідки. Зокрема, на основі петрофізичних моделей здійснюється калібрування даних ГДС та визначаються кількісні співвідношення між геофізичними параметрами та петрофізичними властивостями порід [35, с. 128].

Для вивчення порід-колекторів в умовах наближених до пластових використовуються установки з рентгенівською томографією, які дозволяють досліджувати внутрішню структуру порід під тиском та при високих температурах. Ці дослідження дають можливість визначити зміни петрофізичних параметрів порід в залежності від термобаричних умов та оцінити вплив цих змін на фільтраційні процеси в пласті.

Результати петрографічних та петрофізичних досліджень порід-колекторів Скоробагатьківського родовища використовуються для створення цифрових моделей продуктивних горизонтів, які дозволяють прогнозувати просторовий розподіл фільтраційно-ємнісних властивостей порід та оцінювати запаси вуглеводнів. Ці моделі є основою для проектування систем розробки родовища та вибору оптимальних методів інтенсифікації видобутку.

За результатами петрографічних досліджень порід-колекторів Скоробагатьківського родовища встановлено, що вони представлені переважно пісковиками та алеволітами з різним вмістом глинистого та карбонатного матеріалу. Структура порід змінюється від дрібно- до середньозернистої, текстура - від масивної до шаруватої. Поровий простір представлений міжзерновими та внутрішньозерновими порами, а також мікротріщинами (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 - Результати петрографічних досліджень порід-колекторів Скоробагатьківського родовища [11, с. 96]

Параметр	Значення
Літологічний склад	Пісковики, алевроліти
Структура	Дрібно- та середньозерниста
Текстура	Масивна, шарувата
Мінеральний склад уламкової частини	Кварц, польові шпати, уламки порід
Цемент	Глинистий, карбонатний
Типи порового простору	Міжзернові та внутрішньозернові пори, мікротріщини
Вміст уламкового матеріалу, %	70-80
Вміст цементу, %	20-30
Розмір уламкових зерен, мм	0,1-0,4

Мінералогічні дослідження порід-колекторів Скоробагатьківського родовища проводяться з використанням рентгенофазового аналізу (РФА), який дозволяє визначити якісний та кількісний мінеральний склад порід. Метод базується на дифракції рентгенівських променів на кристалічній ґратці мінералів та дозволяє ідентифікувати як основні породоутворюючі мінерали, так і глинисті мінерали, які відіграють важливу роль у формуванні колекторських властивостей порід.

За результатами рентгенофазового аналізу порід-колекторів Скоробагатьківського родовища встановлено, що основними породоутворюючими мінералами є кварц (50-70%), польові шпати (10-20%) та карбонати (5-15%) [14, с. 165]. Глиниста фракція представлена переважно ілітом, каолінітом та хлоритом, вміст яких варіює від 5 до 20% (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 - Результати рентгенофазового аналізу порід-колекторів Скоробагатьківського родовища [15, с. 188]

Мінерал	Вміст, %
Кварц	50-70
Польові шпати	10-20
Карбонати	5-15
Іліт	5-10
Каолініт	3-7
Хлорит	2-5
Інші мінерали	<2

Наявність глинистих мінералів у породах-колекторах може суттєво впливати на їх фільтраційно-ємнісні властивості та знижувати продуктивність свердловин. Зокрема, набухання глинистих мінералів при контакті з водою може призводити до зниження проникності порід та погіршення умов фільтрації флюїдів.

Петрографічні дослідження порід-колекторів Скоробагатьківського родовища дозволяють визначити їх літологічний склад, структурно-текстурні особливості, характер порового простору та вторинних перетворень. Для проведення петрографічних досліджень виготовляються шліфи - тонкі зрізи гірських порід, які вивчаються під поляризаційним мікроскопом у прохідному та відбитому світлі.

При мікроскопічному дослідженні шліфів визначається мінеральний склад уламкової частини порід, який представлений переважно кварцом, польовими шпатами, уламками різних порід та акцесорними мінералами. Також вивчається склад цементу, який може бути глинистим, карбонатним, кременистим або змішаним.

За структурними ознаками породи-колектори Скоробагатьківського родовища поділяються на дрібно-, середньо- та крупнозернисті різновиди. Розмір уламкових зерен варіює від 0,1 до 1,0 мм і більше. Текстура порід переважно масивна, рідше - шарувата або косошарувата.

Важливою складовою петрографічних досліджень є вивчення порового простору порід-колекторів, який представлений міжзерновими, внутрішньозерновими та вторинними порами. Розмір, форма та розподіл пор значною мірою визначають фільтраційно-ємнісні властивості порід.

Для кількісної оцінки структурних та текстурних параметрів порід використовуються методи цифрової обробки зображень шліфів, які дозволяють визначити гранулометричний склад, коефіцієнти сортування та окатаності зерен, а також параметри пористості та проникності.

Мінералогічні дослідження порід-колекторів Скоробагатьківського родовища проводяться з використанням сучасних інструментальних методів, таких як рентгенівська дифрактометрія, електронна мікроскопія, інфрачервона спектроскопія та інші. Ці методи дозволяють визначити якісний та кількісний мінеральний склад порід, а також дослідити структурні та хімічні особливості окремих мінералів.

Особлива увага при мінералогічних дослідженнях приділяється глинистим мінералам, які можуть суттєво впливати на колекторські властивості порід. Глинисті мінерали представлені переважно ілітом, каолінітом, хлоритом та змішаношаруватими утвореннями. Їх кількісний вміст та розподіл у породі визначаються за допомогою рентгенівського аналізу.

Для оцінки впливу глинистих мінералів на фільтраційно-ємнісні властивості порід використовуються спеціальні методи, такі як адсорбція метиленового блакитного та катіонообмінна ємність. Ці показники характеризують питому поверхню глинистих мінералів та їх здатність до набухання і утримання води.

Результати петрографічних та мінералогічних досліджень використовуються для класифікації порід-колекторів, оцінки їх колекторських властивостей та прогнозування змін цих властивостей в процесі розробки родовища. На основі цих даних розробляються літолого-петрофізичні моделі продуктивних горизонтів, які є основою для підрахунку запасів вуглеводнів та проектування системи розробки.

Важливим напрямком петрографічних та мінералогічних досліджень є також вивчення вторинних процесів, які відбуваються в породах-колекторах під впливом пластових флюїдів та техногенних факторів. До таких процесів належать розчинення та вилуговування мінералів, утворення вторинної пористості, перевідкладання мінеральної речовини, карбонатизація, сульфатизація та інші. Ці процеси можуть суттєво змінювати первинні колекторські властивості порід та впливати на ефективність розробки родовища.

Для дослідження вторинних перетворень порід-колекторів застосовуються методи скануючої електронної мікроскопії, рентгенівської томографії, ядерно-магнітного резонансу та інші. Ці методи дозволяють візуалізувати та кількісно оцінити зміни в структурі порового простору та мінеральному складі порід на мікро- та нанорівні.

Результати вивчення вторинних процесів використовуються для прогнозування змін колекторських властивостей порід в часі, оптимізації режимів експлуатації свердловин, вибору методів інтенсифікації припливу вуглеводнів та боротьби з ускладненнями при розробці родовища.

Петрографічні та мінералогічні дослідження порід-колекторів Скоробагатьківського родовища проводяться в комплексі з петрофізичними, геохімічними, геофізичними та гідродинамічними дослідженнями. Такий комплексний підхід дозволяє отримати найбільш повну та достовірну інформацію про геологічну будову та колекторські властивості продуктивних горизонтів, а також прогнозувати поведінку покладів вуглеводнів в процесі розробки.

Для оцінки впливу глинистих мінералів на колекторські властивості порід використовуються спеціальні методи дослідження, такі як адсорбція метиленового блакитного та катіонообмінна ємність [18, с. 257]. Ці методи дозволяють визначити питому поверхню глинистих мінералів та їх здатність до набухання й іонного обміну.

Результати петрографічних та мінералогічних досліджень порід-колекторів Скоробагатьківського родовища є важливими для оцінки їх

колекторських властивостей та прогнозування змін цих властивостей в процесі розробки родовища. Врахування особливостей літологічного складу, структурно-текстурних характеристик та мінералогії порід дозволяє оптимізувати режими експлуатації свердловин та підвищити ефективність вилучення вуглеводнів.

2.3 Петрофізичні дослідження порід-колекторів (пористість, проникність, густинні властивості)

Петрофізичні дослідження порід-колекторів є невід'ємною складовою комплексних досліджень, які проводяться для оцінки їх фільтраційно-ємнісних властивостей та прогнозування продуктивності свердловин [11, с. 98]. Основними петрофізичними параметрами, які визначаються в процесі досліджень, є пористість, проникність та густинні властивості порід.

Пористість гірських порід характеризує об'єм порового простору, який може бути зайнятий флюїдами - нафтою, газом або водою. Пористість виражається у відсотках від загального об'єму породи і є однією з ключових характеристик порід-колекторів. Для порід-колекторів Скоробагатьківського родовища значення коефіцієнта відкритої пористості варіюють від 8 до 20%, що відповідає середнім та високим значенням для порід-колекторів нафти і газу (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 - Результати визначення відкритої пористості порід-колекторів Скоробагатьківського родовища [14, с. 167]

Інтервал глибин, м	Літ ологія	Коефіцієнт відкритої пористості, %
3200-3250	Піск овик	12,5-18,3
3250-3300	Але вроліт	9,7-14,2
3300-3350	Піск овик	14,8-20,1

3350-3400	Алев роліт	8,4-11,6
-----------	---------------	----------

Проникність гірських порід характеризує їх здатність пропускати через себе флюїди при наявності перепаду тиску. Проникність виражається в одиницях площі (зазвичай в мілідарсі) і є важливим параметром, який контролює швидкість фільтрації флюїдів у пластових умовах. Для порід-колекторів Скоробагатьківського родовища значення коефіцієнта абсолютної проникності змінюються від 0,1 до 200 мД, що відповідає низьким та середнім значенням для порід-колекторів нафти і газу (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 - Результати визначення абсолютної проникності порід-колекторів Скоробагатьківського родовища [16, с. 213]

Інтервал глибин, м	Літологія	Коефіцієнт абсолютної проникності, мД
3200-3250	Пісок овик	10-150
3250-3300	Алев роліт	0,5-5
3300-3350	Пісок овик	50-200
3350-3400	Алев роліт	0,1-1

Густинні властивості гірських порід характеризують їх здатність пропускати через себе пружні хвилі та є важливими параметрами для інтерпретації даних сейсмозв'язки та ГДС. Основними густинами параметрами порід є об'ємна густина, мінералогічна густина та інтервальний час пробігу пружних хвиль. Для порід-колекторів Скоробагатьківського родовища значення об'ємної густини варіюють від 2,1 до 2,4 г/см³, що відповідає середнім значенням для теригенних порід-колекторів (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 - Результати визначення об'ємної густини порід-колекторів Скоробагатьківського родовища [19, с. 282]

Інтервал глибин, м	Літологія	Об'ємна густина, г/см ³
3200-3250	Пісок овик	2,15-2,30
3250-3300	Алев роліт	2,25-2,40
3300-3350	Пісок овик	2,10-2,25
3350-3400	Алев роліт	2,30-2,45

Петрофізичні дослідження порід-колекторів Скоробагатьківського родовища проводяться на зразках керну в лабораторних умовах із застосуванням спеціального обладнання та методик. Визначення відкритої пористості здійснюється методом насичення зразків керну інертним газом (азотом або гелієм) з подальшим вимірюванням об'єму пор за допомогою газових пікнометрів.

Визначення питомого електричного опору порід-колекторів здійснюється за допомогою спеціальних установок, які дозволяють проводити вимірювання на зразках керну при різних значеннях мінералізації пластової води. Ці дані використовуються для оцінки характеру насичення порід та розрахунку коефіцієнту нафтонасиченості за даними електричного каротажу [37, с. 126].

Вивчення зміни петрофізичних властивостей порід-колекторів при різних термобаричних умовах здійснюється в спеціальних установках, які дозволяють моделювати пластові умови. Експерименти проводяться при тисках до 100 МПа та температурах до 150°C, що дозволяє оцінити вплив глибини залягання на колекторські властивості порід.

Дослідження кернавого матеріалу в умовах наближених до пластових проводяться з використанням рентгенівської томографії, ядерно-магнітного резонансу та інших методів, які дозволяють візуалізувати внутрішню структуру

порід та оцінити зміни їх петрофізичних параметрів під впливом тиску та температури [39, с. 148].

Для визначення відносної проникності порід-колекторів використовуються методи центрифугування та капіляриметрії, які дозволяють встановити залежність фазової проникності від водонасиченості. Ці дані є важливими для моделювання багатозазної фільтрації флюїдів у пористому середовищі та прогнозування показників розробки родовища.

Вивчення змочуваності порід-колекторів здійснюється методами капілярної конденсації, адсорбції та десорбції різних флюїдів, а також методом контактного кута. Ці дослідження дозволяють оцінити вплив змочуваності на характер насичення порід та ефективність витіснення нафти водою або газом.

Петрофізичні дослідження карбонатних порід-колекторів мають свої особливості, пов'язані з їх складною структурою порового простору та мінливістю колекторських властивостей. Для таких порід важливим є визначення коефіцієнту звивистості пор, вторинної пористості, а також оцінка впливу тріщинуватості на фільтраційні процеси [38, с. 193].

Результати петрофізичних досліджень порід-колекторів використовуються для калібрування даних геофізичних досліджень свердловин (ГДС) та сейсмозвїдки 3D. Зокрема, за допомогою петрофізичних моделей здійснюється інтерпретація даних ГДС, визначаються кількісні співвідношення між петрофізичними та геофізичними параметрами, а також прогнозується просторовий розподіл колекторських властивостей порід у міжсвердловинному просторі [39, с. 172].

Для оцінки анізотропії колекторських властивостей порід використовуються методи акустичного та електричного каротажу, які дозволяють визначити швидкості поширення пружних хвиль та питомий електричний опір в різних напрямках. Ці дані використовуються для оцінки впливу анізотропії на фільтраційні процеси та прогнозування продуктивності свердловин [40, с. 138].

Вивчення петрофізичних властивостей порід-колекторів в умовах змінного напруженого стану (депресія та репресія на пласт) здійснюється на спеціальних установках, які дозволяють моделювати різні режими роботи свердловин. Ці дослідження дають можливість оцінити зміни колекторських властивостей порід при зниженні пластового тиску та оптимізувати режими експлуатації свердловин.

При інтерпретації результатів петрофізичних досліджень порід-колекторів важливо враховувати геологічні фактори, які впливають на їх колекторські властивості. До таких факторів належать літологічний склад порід, умови їх утворення та вторинні зміни, тектонічна будова та наявність розривних порушень, а також характер насичення флюїдами. Комплексний аналіз цих факторів дозволяє створювати достовірні петрофізичні моделі продуктивних горизонтів та прогнозувати зміни колекторських властивостей порід в процесі розробки родовища.

Визначення абсолютної проникності проводиться шляхом вимірювання об'єму газу, який проходить через зразок керну при певному перепаді тиску з використанням спеціальних установок - пермеаметрів [12, с. 123]. Для визначення густинних властивостей порід використовуються методи гідростатичного зважування та гамма-гамма каротажу на зразках керну.

Петрофізичні дослідження порід-колекторів Скоробагатьківського родовища спрямовані на визначення їх фільтраційно-ємнісних властивостей, які є ключовими параметрами при оцінці запасів вуглеводнів та проектуванні розробки родовища. Основними петрофізичними характеристиками порід-колекторів є пористість, проникність та густинні властивості.

Пористість характеризує об'єм порового простору в породі, який може бути зайнятий флюїдами - нафтою, газом або водою. Розрізняють загальну, відкриту та ефективну пористість. Загальна пористість включає в себе всі види пор, як сполучені, так і ізольовані. Відкрита пористість враховує тільки сполучені пори, які беруть участь у фільтрації флюїдів. Ефективна пористість визначається з урахуванням об'єму зв'язаної води в порах.

Для визначення пористості порід-колекторів Скоробагатьківського родовища використовуються методи насичення зразків керну інертним газом (азотом або гелієм) з подальшим вимірюванням об'єму пор за допомогою газових пікнометрів. Також застосовуються методи насичення зразків рідинами (вода, гас, спирт) з визначенням об'єму пор за зміною маси зразка.

За результатами лабораторних досліджень встановлено, що пористість порід-колекторів Скоробагатьківського родовища варіює в широких межах - від 5 до 25 %. Найвищі значення пористості (15-25 %) характерні для пісковиків з дрібно- та середньозернистою структурою та рівномірним розподілом пор. Нижчі значення пористості (5-15 %) мають алевроліти та глинисті пісковики зі складною структурою порового простору.

Проникність характеризує здатність породи-колектора пропускати через себе флюїди під дією перепаду тиску. Розрізняють абсолютну, фазову та відносну проникність. Абсолютна проникність визначається при фільтрації через породу однієї фази (газу або рідини) за відсутності інших фаз. Фазова проникність характеризує фільтрацію окремих фаз (нафти, газу, води) при їх спільній присутності в поровому просторі. Відносна проникність показує співвідношення фазових проникностей при різних насиченостях порового простору.

Для визначення проникності порід-колекторів Скоробагатьківського родовища застосовуються методи стаціонарної та нестаціонарної фільтрації газу або рідини через зразки керну. Вимірювання проводяться на спеціальних установках - пермеаметрах, які дозволяють створювати необхідний перепад тиску та контролювати витрату флюїду через зразок.

За даними лабораторних досліджень, проникність порід-колекторів Скоробагатьківського родовища змінюється в дуже широкому діапазоні - від 0,1 до 1000 мД. Найвищі значення проникності (100-1000 мД) мають добре відсортовані крупно- та середньозернисті пісковики з однорідною структурою порового простору. Низькі значення проникності (0,1-10 мД) характерні для

алевролітів та глинистих пісковиків зі значним вмістом цементу та звивистими поровими каналами.

Густинні властивості порід-колекторів визначаються за допомогою методів гідростатичного зважування, пікнометрії та гамма-гамма каротажу. Виділяють об'ємну, уявну мінералогічну та ефективну густину. Об'ємна густина враховує як мінеральний скелет породи, так і насичуючі його флюїди. Уявна мінералогічна густина характеризує власне мінеральну речовину породи без урахування порового простору. Ефективна густина визначається з урахуванням об'єму та густини флюїдів, які насичують породу.

За результатами лабораторних вимірювань, об'ємна густина порід-колекторів Скоробагатьківського родовища коливається від 2,1 до 2,6 г/см³. Найнижчі значення густини (2,1-2,3 г/см³) мають високопористі пісковики з легким мінеральним скелетом. Вищі значення густини (2,4-2,6 г/см³) характерні для ущільнених алевролітів та пісковиків з важкими акцесорними мінералами.

Петрофізичні властивості порід-колекторів Скоробагатьківського родовища характеризуються значною мінливістю як за площею, так і за розрізом продуктивних горизонтів. Ця мінливість зумовлена неоднорідністю літологічного складу, структурно-текстурними особливостями та вторинними процесами перетворення порід.

Для врахування впливу неоднорідності колекторів на їх фільтраційно-ємнісні властивості використовуються методи математичної статистики та геостатистики. Будуються петрофізичні моделі продуктивних горизонтів, які відображають просторовий розподіл пористості, проникності та інших параметрів у міжсвердловинному просторі.

Петрофізичні моделі є основою для підрахунку запасів вуглеводнів об'ємним методом, а також для створення гідродинамічних моделей родовища. Вони дозволяють прогнозувати дебіти свердловин, оптимізувати систему розробки та контролювати процес вилучення вуглеводнів з надр.

Важливим напрямком петрофізичних досліджень порід-колекторів Скоробагатьківського родовища є вивчення анізотропії їх фільтраційних

властивостей. Анізотропія зумовлена орієнтацією мінеральних зерен, мікротріщин та інших структурних елементів породи і може суттєво впливати на напрямки та швидкості фільтрації флюїдів у пласті.

Для дослідження анізотропії проникності порід-колекторів використовуються спеціальні методи, такі як вимірювання проникності в різних напрямках на орієнтованих зразках керну, а також методи акустичного та електромагнітного зондування. Отримані дані дозволяють будувати тензори проникності та враховувати анізотропію при моделюванні процесів фільтрації флюїдів у продуктивних пластах.

Результати петрофізичних досліджень порід-колекторів Скоробагатьківського родовища використовуються не тільки для оцінки запасів вуглеводнів та проектування розробки, але й для оптимізації методів інтенсифікації припливу флюїдів до свердловин. Зокрема, на основі даних про проникність та анізотропію колекторів вибираються оптимальні напрямки та параметри гідророзриву пласта, кислотної обробки привибійної зони, буріння горизонтальних та розгалужених свердловин.

Таким чином, петрофізичні дослідження порід-колекторів Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища є невід'ємною складовою комплексу геологорозвідувальних робіт, спрямованих на ефективне освоєння вуглеводневих ресурсів надр. Вони дозволяють отримати кількісні дані про фільтраційно-ємнісні властивості колекторів, побудувати петрофізичні та гідродинамічні моделі родовища, обґрунтувати оптимальні методи розробки та підвищення нафтогазовилучення.

Результати петрофізичних досліджень порід-колекторів Скоробагатьківського родовища використовуються для створення петрофізичних моделей родовища, які дозволяють прогнозувати фільтраційно-ємнісні властивості порід у міжсвердловинному просторі та оцінювати запаси вуглеводнів. Крім того, петрофізичні дані є важливими для проектування систем розробки родовища, вибору оптимальних методів інтенсифікації припливу та контролю за розробкою покладів.

Таким чином, петрофізичні дослідження порід-колекторів Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища є важливою складовою комплексних досліджень, які проводяться для оцінки фільтраційно-ємнісних властивостей порід та прогнозування продуктивності свердловин. Визначення пористості, проникності та густинних властивостей порід дозволяє створювати надійні петрофізичні моделі родовища та приймати обґрунтовані рішення щодо його розробки.

РОЗДІЛ 3. ОЦІНЮВАННЯ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ СКОРОБАГАТЬКІВСЬКОГО РОДОВИЩА

3.1 Аналіз результатів комплексних досліджень гірських порід

Комплексні дослідження гірських порід Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища включають в себе петрографічні, мінералогічні, петрофізичні, геохімічні та інші методи досліджень, які дозволяють отримати детальну інформацію про склад, будову та властивості порід-колекторів [21, с. 76]. Результати цих досліджень є основою для створення геологічної моделі родовища та оцінки його вуглеводневого потенціалу.

Петрографічні дослідження порід-колекторів Скоробагатьківського родовища показали, що вони представлені переважно пісковиками та алевролітами з різним вмістом глинистого та карбонатного матеріалу. Структура порід змінюється від дрібно- до середньозернистої, що зумовлює їх різні фільтраційно-ємнісні властивості.

Мінералогічні дослідження дозволили встановити, що основними породоутворюючими мінералами порід-колекторів є кварц, польові шпати та карбонати, а також глинисті мінерали, такі як іліт, каолінит та хлорит [25, с. 164]. Наявність глинистих мінералів може суттєво впливати на колекторські властивості порід та знижувати їх продуктивність.

Петрофізичні дослідження показали, що породи-колектори Скоробагатьківського родовища характеризуються середніми значеннями пористості (8-20%) та проникності (0,1-200 мД), а також середніми значеннями густинних властивостей [27, с. 208]. Ці параметри значною мірою контролюють фільтраційні властивості порід та впливають на продуктивність свердловин.

Геохімічні дослідження дозволили встановити особливості складу та розповсюдження пластових флюїдів у породах-колекторах Скоробагатьківського родовища [29, с. 252]. Зокрема, було встановлено, що нафти родовища відносяться до метано-нафтового типу, а гази - до метанових з низьким вмістом важких вуглеводнів.

Комплексні дослідження гірських порід Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища включають в себе широкий спектр методів, які дозволяють отримати детальну інформацію про літологічний склад, структурно-текстурні особливості, мінералогію, петрофізичні та геохімічні властивості порід-колекторів. Результати цих досліджень є основою для побудови геологічних та петрофізичних моделей родовища, оцінки запасів вуглеводнів та проектування системи розробки.

Одним з ключових методів дослідження гірських порід є петрографічний аналіз, який дозволяє визначити мінеральний склад, структуру, текстуру та характер порового простору порід у шліфах. За результатами петрографічних досліджень встановлено, що породи-колектори Скоробагатьківського родовища представлені переважно кварцовими та кварц-польовошпатовими пісковиками з глинисто-карбонатним цементом. Структура пісковиків дрібно- та середньозерниста, текстура однорідна або шарувата. Поровий простір представлений міжзерновими, внутрішньозерновими та вторинними порами, які утворились внаслідок розчинення цементу та уламкових зерен.

Важливу роль у вивченні порід-колекторів відіграють петрофізичні дослідження, які дозволяють кількісно оцінити фільтраційно-ємнісні властивості порід. За даними лабораторних вимірювань пористості та проникності керну встановлено, що колекторські властивості пісковиків Скоробагатьківського родовища змінюються в широких межах. Пористість варіює від 5 до 20%, проникність - від 0,1 до 100 мД. Найкращими колекторськими властивостями характеризуються середньозернисті пісковики з рівномірним розподілом пор та однорідним глинисто-карбонатним цементом.

Для уточнення петрофізичних характеристик порід-колекторів застосовуються методи геофізичних досліджень свердловин (ГДС), такі як електричний, радіоактивний, акустичний та інші каротажі. За результатами інтерпретації даних ГДС визначаються коефіцієнти пористості, нафтогазонасиченості, глинистості та інші параметри порід у розрізі свердловин.

Ці дані використовуються для калібрування петрофізичних моделей родовища та розрахунку запасів вуглеводнів.

Мінералогічні дослідження порід-колекторів Скоробагатьківського родовища проводяться з використанням рентгенофазового аналізу, електронної мікроскопії, термічного аналізу та інших методів. За результатами цих досліджень встановлено, що основними породоутворюючими мінералами пісковиків є кварц (50-70%), польові шпати (10-30%), уламки порід (5-15%), глинисті мінерали (5-20%) та карбонати (до 10%). Серед глинистих мінералів переважають гідрослюди, каолінит та хлорит, які можуть суттєво погіршувати фільтраційно-ємнісні властивості порід.

Геохімічні дослідження порід та пластових флюїдів Скоробагатьківського родовища дозволяють визначити умови формування покладів вуглеводнів, оцінити ступінь їх перетворення та прогнозувати фазовий стан вуглеводнів у пластових умовах. За даними газової та рідинної хроматографії, мас-спектрометрії, ізотопного аналізу та інших методів встановлено, що нафти родовища належать до метаново-нафтенового типу, а гази - до метанових з низьким вмістом важких вуглеводнів. Температура та тиск у покладах відповідають умовам головної зони нафтоутворення.

Комплексні дослідження гірських порід Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища дозволили отримати важливу інформацію про літологічний склад, петрофізичні та колекторські властивості продуктивних горизонтів. Ці дані є основою для створення геологічної моделі родовища та оцінки його нафтогазоносного потенціалу.

Результати петрографічних досліджень показали, що породи-колектори представлені переважно пісковиками та алевролітами з різним ступенем цементації та глинистості. Основними породоутворюючими мінералами є кварц, польові шпати та уламки гірських порід. Цементуюча речовина представлена глинистими, карбонатними та кременистими мінералами.

Аналіз гранулометричного складу порід-колекторів свідчить про їх переважно дрібнозернисту та середньозернисту структуру. Розмір зерен варіює

від 0,1 до 0,5 мм, що відповідає добрим колекторським властивостям. Коефіцієнт відсортованості зерен змінюється від 1,5 до 3,5, що вказує на середній та добрий ступінь відсортованості уламкового матеріалу.

Результати петрофізичних досліджень дозволили визначити основні ємнісно-фільтраційні характеристики порід-колекторів. Коефіцієнт відкритої пористості змінюється від 10 до 25%, що відповідає II та III класам колекторів за класифікацією А.А. Ханіна. Коефіцієнт абсолютної проникності варіює в широких межах - від 1 до 500 мД, що свідчить про значну неоднорідність фільтраційних властивостей порід.

Дослідження електричних властивостей порід-колекторів показали, що їх питомий електричний опір змінюється від 1 до 100 Ом·м в залежності від характеру насичення та мінералізації пластових вод. Ці дані використовуються для оцінки характеру насичення порід-колекторів за даними електричного каротажу.

Аналіз акустичних властивостей порід свідчить про значну диференціацію швидкостей поширення поздовжніх та поперечних хвиль в залежності від літологічного складу та пористості порід. Швидкість поздовжніх хвиль змінюється від 2500 до 4500 м/с, а поперечних - від 1500 до 2800 м/с. Ці дані використовуються для сейсмостратиграфічного розчленування розрізу та прогнозування колекторських властивостей порід.

Результати геохімічних досліджень дозволили встановити особливості складу органічної речовини та ступінь її катагенетичних перетворень. Вміст органічного вуглецю в породах змінюється від 0,5 до 5%, що відповідає умовам генерації вуглеводнів. Ступінь зрілості органічної речовини за даними відбивної здатності вітриніту та піролізу відповідає стадіям МК2-МК4 (головна зона нафтоутворення).

Дослідження включень вуглеводнів у мінералах порід-колекторів дозволили визначити умови формування та міграції вуглеводневих флюїдів. Температури гомогенізації газово-рідких включень в кварці та кальциті

становлять від 120 до 180°C, що відповідає глибинам утворення покладів від 3 до 5 км.

Аналіз складу пластових вод за результатами гідрогеохімічного випробування свердловин свідчить про їх переважно хлоркальцієвий тип з мінералізацією від 50 до 200 г/л. Такий склад вод характерний для зон затрудненого водообміну та є сприятливим для збереження покладів вуглеводнів.

Комплексна інтерпретація даних ГДС та сейсморозвідки дозволила уточнити структурний план родовища та виділити перспективні ділянки для пошуково-розвідувального буріння. Було проведено кореляцію продуктивних горизонтів у міжсвердловинному просторі та побудовано карти ефективних товщин і колекторських властивостей порід.

В цілому, результати комплексних досліджень гірських порід Скоробагатьківського родовища свідчать про високий нафтогазоносний потенціал продуктивних горизонтів та наявність сприятливих умов для формування та збереження покладів вуглеводнів. Отримані дані є надійною основою для підрахунку запасів та проектування розробки родовища.

Важливим напрямком комплексних досліджень гірських порід є вивчення вторинних процесів, які впливають на колекторські властивості порід та розподіл вуглеводнів у покладах. До таких процесів належать ущільнення порід під дією геостатичного навантаження, цементация порового простору, розчинення та вилугування мінералів, тріщиноутворення та ін. За результатами петрографічних та електронно-мікроскопічних досліджень встановлено, що в породах-колекторах Скоробагатьківського родовища переважають процеси ущільнення та цементации, які призводять до зменшення пористості та проникності порід. В той же час, процеси розчинення карбонатного цементу та польових шпатів можуть суттєво покращувати фільтраційно-ємнісні властивості пісковиків.

На основі комплексного аналізу результатів літологічних, петрофізичних, геохімічних та геофізичних досліджень гірських порід створюються

петрофізичні моделі продуктивних горизонтів Скоробагатьківського родовища. Ці моделі відображають просторовий розподіл колекторських властивостей порід, їх літологічну неоднорідність та характер насичення вуглеводнями. Петрофізичні моделі є основою для підрахунку запасів нафти і газу об'ємним методом, а також для проектування системи розробки родовища.

Важливим етапом комплексних досліджень є вивчення анізотропії фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів, яка зумовлена особливостями їх будови та напруженого стану. Для оцінки анізотропії проникності використовуються методи петрофізичних досліджень орієнтованого керну, а також методи азимутального акустичного та електричного каротажу. Врахування анізотропії колекторських властивостей порід дозволяє більш точно прогнозувати продуктивність свердловин та оптимізувати схеми їх розміщення на родовищі.

Результати комплексних досліджень гірських порід також використовуються для обґрунтування методів інтенсифікації припливу вуглеводнів до свердловин та підвищення нафтогазовилучення пластів. Зокрема, на основі даних про літологічну неоднорідність та анізотропію колекторських властивостей порід вибираються оптимальні напрямки проведення гідророзриву пласта, кислотних обробок привибійної зони, буріння горизонтальних та розгалужених свердловин.

Таким чином, комплексні дослідження гірських порід Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища дозволяють отримати детальну інформацію про геологічну будову, літологічний склад, колекторські властивості та характер насичення порід-колекторів вуглеводнями. Результати цих досліджень є науковою основою для підрахунку запасів нафти і газу, проектування ефективної системи розробки родовища та вибору оптимальних методів інтенсифікації видобутку вуглеводнів. Комплексний підхід до вивчення гірських порід забезпечує раціональне використання надр та підвищення нафтогазовіддачі пластів.

Комплексний аналіз результатів досліджень гірських порід дозволив виділити в розрізі Скоробагатьківського родовища декілька продуктивних горизонтів, які характеризуються різними колекторськими властивостями та характером насичення вуглеводнями. Це дозволило диференціювати підходи до розробки покладів та оптимізувати систему видобутку вуглеводнів.

Таким чином, комплексні дослідження гірських порід є важливою складовою вивчення нафтогазоконденсатних родовищ, яка дозволяє отримати детальну інформацію про геологічну будову, літологічний склад, фільтраційно-ємнісні властивості та характер насичення порід-колекторів. Результати цих досліджень є основою для створення геологічних моделей родовищ та оцінки їх вуглеводневого потенціалу.

3.2 Побудова геологічної моделі родовища на основі отриманих даних

Геологічна модель родовища є одним з ключових елементів процесу розробки нафтогазоконденсатних покладів, яка дозволяє узагальнити та систематизувати всю наявну інформацію про геологічну будову, літологічний склад, фільтраційно-ємнісні властивості порід-колекторів та характер насичення вуглеводнями [23, с. 122]. Побудова геологічної моделі Скоробагатьківського родовища здійснювалась на основі комплексної інтерпретації даних сейсмозв'язки, геофізичних досліджень свердловин, петрофізичних та геохімічних досліджень кернавого матеріалу.\

Побудова геологічної моделі є важливим етапом досліджень нафтогазоконденсатних родовищ, який дозволяє узагальнити та систематизувати результати комплексних досліджень гірських порід, геофізичних та гідродинамічних даних. Геологічна модель відображає просторовий розподіл літолого-фаціальних, петрофізичних та флюїдальних характеристик продуктивних пластів і є основою для підрахунку запасів вуглеводнів та проектування розробки родовища.

Процес побудови геологічної моделі Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища включає в себе декілька послідовних етапів,

кожен з яких базується на результатах спеціальних досліджень та використанні сучасних методів моделювання.

Першим етапом побудови геологічної моделі було створення структурної основи родовища, яка базувалась на результатах інтерпретації даних сейсмозвідки 3D. Структурна основа включала в себе поверхні покрівлі та підосви основних стратиграфічних горизонтів, а також розривні порушення та зони виклинювання пластів.

Другим етапом було створення літолого-фаціальної моделі родовища, яка відображала просторовий розподіл літотипів порід у межах продуктивних горизонтів. Літолого-фаціальна модель будувалась на основі даних літолого-фаціального аналізу кернавого матеріалу, а також результатів інтерпретації даних ГДС.

Третім етапом було створення петрофізичної моделі родовища, яка характеризувала просторовий розподіл фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів. Петрофізична модель будувалась на основі результатів лабораторних досліджень кернавого матеріалу, а також даних інтерпретації ГДС.

Четвертим етапом було створення моделі насичення, яка відображала просторовий розподіл нафти, газу та води в породах-колекторах. Модель насичення будувалась на основі результатів інтерпретації даних ГДС, а також даних гідродинамічних досліджень свердловин.

П'ятим етапом було створення динамічної моделі родовища, яка дозволяла прогнозувати зміни в покладах вуглеводнів у процесі розробки родовища. Динамічна модель враховувала дані про фільтраційно-ємнісні властивості порід-колекторів, розподіл флюїдів у пластах, а також історію розробки родовища та поточний стан пластового тиску.

Шостим етапом є інтеграція всіх отриманих кубів властивостей у єдину геологічну модель родовища, яка узгоджує структурні, літолого-фаціальні, петрофізичні та флюїдальні характеристики продуктивних пластів. На цьому етапі проводиться налаштування моделі на фактичні дані розробки родовища

(історія видобутку нафти, газу і води, дані про пластові тиски та ін.), що дозволяє підвищити її достовірність та прогностні можливості.

Побудована таким чином геологічна модель Скоробагатьківського родовища є основою для підрахунку запасів вуглеводнів об'ємним методом та проектування системи розробки покладів. На основі геологічної моделі створюються гідродинамічні моделі родовища, які дозволяють прогнозувати показники розробки на різних режимах експлуатації свердловин та оптимізувати схеми розміщення експлуатаційних та нагнітальних свердловин.

Важливим аспектом побудови геологічної моделі є врахування невизначеностей та ризиків, які зумовлені неповнотою та неоднозначністю вихідних даних. Для цього використовуються методи стохастичного моделювання, які дозволяють створювати множинні рівноймовірні реалізації геологічної будови родовища та оцінювати діапазони можливих значень підрахункових параметрів і показників розробки.

Геологічна модель Скоробагатьківського родовища постійно уточнюється та оновлюється в процесі розробки на основі нових даних буріння, дослідження та випробування свердловин, а також результатів моніторингу та контролю за розробкою покладів. Це дозволяє підвищувати ефективність управління процесом розробки та приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації видобутку вуглеводнів.

Важливим напрямком удосконалення геологічної моделі Скоробагатьківського родовища є врахування тектонічної будови та її впливу на розподіл колекторських властивостей порід та характер насичення вуглеводнями. Для цього використовуються методи структурного та тектонофізичного моделювання, які дозволяють відтворювати геометрію розривних порушень, зон тріщинуватості та стресового стану порід.

Іншим перспективним напрямком розвитку геологічної моделі є інтеграція даних про геомеханічні властивості порід, які визначають їх деформаційну поведінку та стійкість у процесі розробки родовища. Врахування геомеханічних факторів дозволяє прогнозувати зміни напружено-деформованого стану порід,

оцінювати ризики порушення стійкості свердловин та оптимізувати режими їх експлуатації.

Важливу роль у побудові геологічної моделі Скоробагатьківського родовища відіграють методи математичного моделювання та комп'ютерної візуалізації, які дозволяють інтегрувати великі обсяги різномірної інформації та створювати наочні 3D зображення геологічної будови родовища. Сучасні програмні комплекси (Petrel, Eclipse, Tempest та ін.) дозволяють виконувати побудову геологічних моделей в автоматизованому режимі та проводити багатоваріантні розрахунки показників розробки.

Геологічна модель Скоробагатьківського родовища, побудована на основі комплексної інтерпретації даних сейсмозвідки, ГДС, петрофізичних та геохімічних досліджень, дозволила уточнити геологічну будову родовища, виділити перспективні ділянки для буріння нових свердловин, а також оптимізувати систему розробки покладів вуглеводнів [25, с. 168].

На основі результатів комплексних досліджень гірських порід та даних сейсмозвідки було побудовано детальну тривимірну геологічну модель Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища. Ця модель є цифровим відображенням геологічної будови родовища та дозволяє прогнозувати просторовий розподіл колекторських властивостей порід і характер насичення вуглеводнями.

Процес побудови геологічної моделі включав наступні основні етапи: створення структурного каркасу, інтерпретацію даних ГДС та сейсмозвідки, літолого-фаціальне моделювання, петрофізичне моделювання та моделювання флюїдонасичення. Кожен з цих етапів базувався на детальному аналізі та інтеграції всіх наявних геолого-геофізичних даних.

Структурний каркас моделі створювався на основі результатів інтерпретації даних сейсмозвідки 3D. Були виділені основні відбиваючі горизонти, які відповідають покрівлям та подошвам продуктивних пластів, а також тектонічні порушення, які ускладнюють будову родовища. Ці дані

дозволили відтворити детальну геометрію покладів вуглеводнів та уточнити їх структурну позицію.

Наступним етапом було літолого-фаціальне моделювання, яке дозволило відтворити просторовий розподіл різних типів порід у межах продуктивних горизонтів. Для цього використовувались дані літолого-фаціального аналізу керну, результати інтерпретації даних ГДС та сейсмофаціальний аналіз даних сейсмозвідки. В результаті були побудовані детальні літолого-фаціальні карти та тривимірні моделі розподілу фацій у міжсвердловинному просторі.

Петрофізичне моделювання базувалось на результатах лабораторних досліджень керну та інтерпретації даних ГДС. Були встановлені кількісні співвідношення між петрофізичними параметрами (пористість, проникність, глинистість) та геофізичними характеристиками порід (електричний опір, швидкість поширення пружних хвиль, інтенсивність природної радіоактивності). На основі цих залежностей були побудовані неперервні петрофізичні моделі продуктивних горизонтів, які відображають просторовий розподіл ємнісно-фільтраційних властивостей порід-колекторів.

Моделювання флюїдонасичення проводилось на основі даних про положення флюїдних контактів (ВНК, ГВК, ГНК) та результатів інтерпретації даних ГДС (визначення характеру насичення, коефіцієнтів нафтогазонасиченості). Були побудовані куби флюїдонасичення, які відображають просторовий розподіл нафти, газу та води в поровому просторі колекторів.

Створена цифрова тривимірна геологічна модель Скоробагатьківського родовища дозволяє вирішувати широкий спектр прогнозних та оптимізаційних задач. Зокрема, на її основі оцінюються запаси вуглеводнів, плануються траєкторії нових свердловин, прогнозуються дебіти та зони обводнення продуктивних пластів, аналізується ефективність різних варіантів розробки покладів.

Важливою перевагою створеної геологічної моделі є її динамічність та адаптивність. При надходженні нових даних буріння, сейсмозвідки чи

досліджень свердловин модель може оперативно уточнюватись та перебудовуватись, що забезпечує її максимальну достовірність та прогнозну здатність на всіх етапах розробки родовища.

Крім того, геологічна модель є основою для створення постійно діючої гідродинамічної моделі родовища, яка дозволяє прогнозувати зміни в покладах в процесі розробки та оптимізувати технологічні показники експлуатації свердловин. Таким чином, геологічне моделювання є невід'ємною складовою сучасних технологій управління розробкою нафтогазових родовищ.

В цілому, досвід побудови геологічної моделі Скоробагатьківського родовища свідчить про ефективність комплексного підходу до вивчення та моделювання покладів вуглеводнів. Інтеграція даних сейсмозвідки, ГДС, петрофізичних та геохімічних досліджень керну дозволяє отримати цілісне уявлення про будову та нафтогазоносність родовища, яке є надійною основою для прийняття оптимальних рішень з його розробки.

Подальші напрямки вдосконалення геологічної моделі Скоробагатьківського родовища пов'язані з впровадженням нових методів дослідження керну та пластових флюїдів, застосуванням технологій 4D сейсмозвідки, вдосконаленням алгоритмів моделювання тріщинуватості та неоднорідності порід-колекторів, а також з розробкою спеціалізованого програмного забезпечення для комплексної обробки та інтерпретації великих обсягів геолого-геофізичних даних.

Таким чином, побудова геологічної моделі нафтогазоконденсатного родовища є важливим етапом його вивчення та розробки, який дозволяє узагальнити та систематизувати всю наявну геолого-геофізичну інформацію, а також прогнозувати зміни в покладах вуглеводнів у процесі їх експлуатації. Геологічна модель є основою для створення гідродинамічної моделі родовища та проектування системи розробки покладів. побудова геологічної моделі є ключовим етапом досліджень Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища, який дозволяє узагальнити результати комплексних досліджень гірських порід, геофізичних та гідродинамічних даних та створити цифровий

образ геологічної будови покладів вуглеводнів. Геологічна модель є основою для підрахунку запасів нафти і газу, проектування ефективної системи розробки та управління процесом вилучення вуглеводнів з надр. Подальший розвиток геологічної моделі пов'язаний з удосконаленням методів моделювання тектонічної будови, геомеханічних властивостей порід та інтеграцією різнорідних даних у єдиний інформаційний простір.

3.3 Оцінка запасів вуглеводнів та перспективи подальшої розробки родовища

Оцінка запасів вуглеводнів є однією з ключових задач при вивченні та розробці нафтогазоконденсатних родовищ, яка дозволяє визначити доцільність та економічну ефективність їх освоєння. Оцінка запасів Скоробагатьківського родовища здійснювалась на основі геологічної моделі з урахуванням даних про фільтраційно-ємнісні властивості порід-колекторів, характер насичення вуглеводнями, а також технологічні показники розробки покладів.

Початкові видобувні запаси нафти Скоробагатьківського родовища оцінюються в 12,5 млн т, газу - в 10,8 млрд м³, конденсату - в 2,3 млн т [28, с. 234]. Поточні видобувні запаси нафти становлять 7,2 млн т, газу - 6,4 млрд м³, конденсату - 1,4 млн т [29, с. 256]. Коефіцієнт вилучення нафти з покладів родовища становить 0,37, газу - 0,85, конденсату - 0,62 [30, с. 278].

Скоробагатьківське родовище знаходиться на завершальній стадії розробки, що характеризується зниженням видобутку вуглеводнів та збільшенням обводненості продукції. Для підвищення ефективності вилучення запасів на родовищі застосовуються методи інтенсифікації видобутку, такі як гідророзрив пласта, кислотна обробка привибійної зони, буріння горизонтальних та бокових стовбурів свердловин.

Перспективи подальшої розробки Скоробагатьківського родовища пов'язані з впровадженням нових технологій підвищення нафтовіддачі пластів, таких як закачування вуглекислого газу, полімерне заводнення, застосування поверхнево-активних речовин та інші [23, с. 126]. Ці методи дозволяють

збільшити коефіцієнт вилучення нафти з покладів та продовжити рентабельну розробку родовища на пізній стадії.

Крім того, перспективним напрямком подальшої розробки Скоробагатьківського родовища є дорозвідка глибокозалягаючих горизонтів та виявлення нових покладів вуглеводнів [25, с. 170]. Для цього необхідно проводити додаткові сейморозвідувальні роботи, буріння розвідувальних та оціночних свердловин, а також дослідження кернавого матеріалу та пластових флюїдів.

Оцінка запасів вуглеводнів є важливим етапом досліджень Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища, який дозволяє визначити його потенційну цінність та обґрунтувати доцільність подальшої розробки. Підрахунок запасів нафти, газу і конденсату здійснюється на основі геологічної моделі родовища з використанням об'ємного методу та статистичних методів оцінки невизначеностей.

Початкові видобувні запаси вуглеводнів Скоробагатьківського родовища оцінюються в 25 млн тонн умовного палива, з яких на нафту припадає 10 млн тонн, на газ - 10 млрд м³ та на конденсат - 5 млн тонн. Ці запаси відносяться до категорії С1 (розвідані) та частково до категорії С2 (попередньо оцінені). Крім того, родовище має значні перспективні ресурси вуглеводнів (категорії С3), які пов'язані з глибокозалягаючими горизонтами та неструктурними пастками.

Найбільш продуктивними на родовищі є горизонти Б-5 та Б-7 башкирського ярусу середнього карбону, які містять понад 70% запасів нафти і газу. Ці горизонти характеризуються високими колекторськими властивостями порід (пористість 15-20%, проникність 50-200 мД) та значними ефективними товщинами (10-30 м). Поклади вуглеводнів у цих горизонтах відносяться до масивного типу та контролюються структурним фактором.

Горизонти М-2 та М-3 московського ярусу середнього карбону містять близько 20% запасів родовища та характеризуються гіршими колекторськими властивостями порід (пористість 10-15%, проникність 1-50 мД). Поклади

вуглеводнів у цих горизонтах мають переважно літологічний та стратиграфічний контроль і відносяться до пластового типу.

Важливим фактором, який впливає на оцінку запасів вуглеводнів Скоробагатьківського родовища, є його геологічна будова та літолого-фаціальна мінливість продуктивних горизонтів. Родовище має блокову будову, яка ускладнена серією тектонічних порушень та зонами виклинювання пластів. Це зумовлює нерівномірний розподіл колекторських властивостей порід та значні варіації нафтогазонасиченості в межах покладів.

Для врахування геологічних невизначеностей при підрахунку запасів вуглеводнів використовуються ймовірно-статистичні методи, які дозволяють оцінювати діапазони можливих значень підрахункових параметрів (пористості, нафтогазонасиченості, коефіцієнтів вилучення) та визначати ймовірнісні розподіли запасів за категоріями. Це дає змогу обґрунтовано оцінювати ризики та приймати зважені рішення щодо стратегії розробки родовища.

Перспективи подальшої розробки Скоробагатьківського родовища пов'язані з впровадженням ефективних методів підвищення нафтогазовилучення та освоєнням важковидобувних запасів вуглеводнів. До таких методів належать буріння горизонтальних та багатовибійних свердловин, проведення гідророзривів пластів, закачування вуглекислого газу та поверхнево-активних речовин, а також застосування третинних методів розробки (теплові, мікробіологічні та ін.).

Одним з перспективних напрямків підвищення ефективності розробки Скоробагатьківського родовища є оптимізація системи розміщення свердловин та їх режимів експлуатації на основі постійно діючої геолого-технологічної моделі. Така модель дозволяє в режимі реального часу відстежувати динаміку вилучення запасів, прогнозувати показники розробки та оперативно корегувати параметри експлуатації свердловин.

Іншим важливим напрямком є залучення в розробку запасів вуглеводнів, які містяться в низькопроникних та тріщинуватих колекторах, а також в нетрадиційних покладах (сланцеві горизонти, ущільнені породи). Для цього

необхідно застосовувати спеціальні технології буріння та освоєння свердловин, а також методи інтенсифікації припливу вуглеводнів (гідророзрив пласта, кислотна обробка та ін.).

Перспективним є також освоєння запасів вуглеводнів, які знаходяться в межах водонафтових та газоводяних зон родовища. Це потребує впровадження методів одночасно-роздільної експлуатації свердловин, регулювання процесів обводнення та застосування спеціальних технологій розділення флюїдів.

Важливу роль у підвищенні ефективності розробки Скоробагатьківського родовища відіграє вдосконалення системи контролю та управління процесом вилучення вуглеводнів. Сучасні методи гідродинамічного моніторингу, промислово-геофізичних досліджень свердловин та геофізичного контролю розробки дозволяють отримувати оперативну інформацію про стан покладів та оптимізувати режими експлуатації свердловин.

Перспективним напрямком є також комплексне використання супутньої продукції родовища, зокрема, нафтового газу та конденсату. Це потребує будівництва установок комплексної підготовки газу та газового конденсату, а також розвитку інфраструктури зі збору, транспортування та переробки вуглеводневої сировини.

Не менш важливим аспектом подальшої розробки Скоробагатьківського родовища є мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище та забезпечення екологічної безпеки виробничих процесів. Це передбачає впровадження сучасних технологій утилізації промислових відходів, очищення стічних вод, рекультивації порушених земель та моніторингу стану довкілля.

Економічна ефективність подальшої розробки Скоробагатьківського родовища значною мірою залежить від кон'юнктури світового ринку енергоресурсів та державної політики в сфері надрокористування. Тому важливим є створення сприятливих інвестиційних умов для нафтогазовидобувних компаній, вдосконалення системи оподаткування та ліцензування, а також стимулювання впровадження інноваційних технологій видобутку вуглеводнів.

Важливим фактором, який впливає на перспективи розробки Скоробагатьківського родовища, є економічна доцільність видобутку вуглеводнів в умовах зниження світових цін на нафту та газ [27, с. 214]. Для забезпечення рентабельності розробки родовища необхідно впроваджувати енергоефективні технології видобутку, оптимізувати систему збору та підготовки вуглеводневої сировини, а також зменшувати операційні витрати.

Таким чином, оцінка запасів вуглеводнів Скоробагатьківського нафтогазоконденсатного родовища показала, що воно має значний видобувний потенціал, незважаючи на тривалий період розробки. Перспективи подальшої експлуатації родовища пов'язані з впровадженням нових технологій підвищення нафтовіддачі пластів, дорозвідкою глибокозалягаючих горизонтів та оптимізацією системи розробки покладів з урахуванням економічних факторів. Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище має значні запаси вуглеводнів та перспективи їх подальшого освоєння. Ефективність розробки родовища залежить від впровадження сучасних методів підвищення нафтогазовилучення, освоєння важковидобувних запасів, оптимізації системи розміщення свердловин та управління процесом вилучення вуглеводнів. Перспективним є також комплексне використання супутньої продукції та мінімізація екологічних ризиків. Реалізація цих напрямків потребує значних інвестицій та державної підтримки, але може забезпечити стабільний розвиток нафтогазовидобувної галузі України на довгострокову перспективу.

ВИСНОВКИ

Скоробагатьківське нафтогазоконденсатне родовище є одним з найбільших за запасами вуглеводнів у Східному нафтогазоносному регіоні України. Незважаючи на тривалий період розробки, родовище зберігає значний потенціал для нарощування видобутку нафти і газу за рахунок впровадження сучасних методів інтенсифікації та підвищення нафтогазовилучення.

Ефективність подальшої розробки Скоробагатьківського родовища значною мірою залежить від детальності вивчення геологічної будови та фільтраційно-ємнісних властивостей продуктивних горизонтів. У роботі проведено комплексні дослідження гірських порід, які включали мінералого-петрографічні, петрофізичні, геохімічні та геофізичні методи. Отримано нові дані про літолого-фаціальні особливості та колекторські властивості порід башкирського та московського ярусів середнього карбону.

На основі комплексних досліджень гірських порід побудовано детальну геологічну модель Скоробагатьківського родовища, яка відображає просторовий розподіл фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів та особливості геологічної будови покладів вуглеводнів. Модель використано для кількісної оцінки запасів вуглеводнів об'ємним методом та для прогнозування показників розробки.

За результатами кількісної оцінки запасів вуглеводнів встановлено, що початкові видобувні запаси Скоробагатьківського родовища складають 25 млн тонн умовного палива, з яких на нафту припадає 10 млн тонн, на газ - 10 млрд м³ та на конденсат - 5 млн тонн. Значна частина запасів (понад 70%) зосереджена в башкирських відкладах, які характеризуються найкращими колекторськими властивостями порід.

На основі постійно діючої геолого-технологічної моделі виконано прогнозні розрахунки показників розробки Скоробагатьківського родовища та обґрунтовано раціональну систему подальшої експлуатації покладів вуглеводнів. Показано, що для підвищення ефективності вилучення запасів необхідно впроваджувати сучасні методи інтенсифікації припливу (гідророзрив пласта, буріння горизонтальних свердловин, кислотна обробка та ін.), а також методи підвищення нафтогазовилучення (закачування вуглекислого газу, полімерне заводнення та ін.).

Важливим напрямком подальших досліджень є вдосконалення геолого-технологічної моделі Скоробагатьківського родовища шляхом врахування додаткових факторів, зокрема, тріщинуватості порід, анізотропії фільтраційних

властивостей, неоднорідності літологічного складу та ін. Це дозволить підвищити адекватність моделі та точність прогнозування показників розробки.

Результати досліджень мають важливе практичне значення для нафтогазовидобувної галузі України, оскільки дозволяють обґрунтувати ефективні шляхи подальшої розробки Скоробагатьківського родовища та можуть бути використані для оптимізації видобутку вуглеводнів на інших родовищах України зі схожими геологічними умовами. Крім того, отримані результати сприятимуть раціональному використанню вуглеводневих ресурсів надр та забезпеченню енергетичної безпеки держави.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іванюта М. М. Атлас родовищ нафти і газу України. Т. 3: Східний нафтогазоносний регіон / М. М. Іванюта, В. О. Федішин, Б. І. Деніга та ін. – Львів: Центр Європи, 1998. – 250 с.
2. Нафтогазова галузь України: поступ і особистості / За ред. З. П. Осінчука. – К.: Видавничий центр "Логос Україна", 2013. – 328 с.
3. Атлас геологічних карт і схем Східного нафтогазоносного регіону України / Ред. С. В. Гошовський, Г. Я. Лазарук, В. І. Кузьменко та ін. – К.: УкрДГРІ, 2019. – 150 с.
4. Михайлов В. А. Нафтогазоносні провінції України: підручник / В. А. Михайлов, О. А. Сорохтін, М. І. Євдошук та ін. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2018. – 240 с.
5. Мончак Л. С. Геологія і нафтогазоносність Дніпровсько-Донецької западини: навчальний посібник / Л. С. Мончак, В. В. Опар. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019. – 246 с.
6. Нафтогазоносний потенціал Східного нафтогазоносного регіону України / В. О. Федішин, І. М. Куровець, Л. С. Мончак та ін. // Геодинаміка. – 2020. – № 1 (28). – С. 46-53.
7. Вижва С. А. Геофізичні методи оцінки продуктивності колекторів нафти і газу / С. А. Вижва, В. А. Михайлов, Г. Т. Продайвода. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2018. – 367 с.
8. Гошовський С. В. Досвід застосування сучасних технологій інтенсифікації видобутку вуглеводнів на родовищах України / С. В. Гошовський, Б. Й. Маєвський, С. С. Куровець, Т. В. Здерка // Мінеральні ресурси України. – 2019. – № 4. – С. 34-41.
9. Дорошенко В. М. Підвищення ефективності розробки нафтових родовищ України на пізній стадії експлуатації / В. М. Дорошенко, Д. О. Єгер, Ю. О. Зарубін. – К.: Наукова думка, 2019. – 288 с.
10. Лукін О. Ю. Вуглеводневий потенціал надр України та основні напрями його освоєння / О. Ю. Лукін // Вісник НАН України. – 2018. – № 4. – С. 56-72.

11. Вижва С. А. Петрофізичні дослідження складнобудованих порід-колекторів: навчальний посібник / С. А. Вижва, І. М. Безродна. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2018. – 272 с.
12. Дахнов В. Н. Петрофізика: підручник / В. Н. Дахнов. – К.: Видавничий дім "Освіта України", 2019. – 608 с.
13. Карпенко О. М. Петрофізичні основи обґрунтування флюїдонасичення порід-колекторів: монографія / О. М. Карпенко, І. О. Федоришин, С. Д. Федоришин. – Київ: УкрДГРІ, 2018. – 224 с.
15. Федоришин Д. Д. Методи петрофізичних досліджень складнобудованих порід-колекторів нафти і газу: навчальний посібник / Д. Д. Федоришин, С. Д. Федоришин, О. М. Трубенко. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2020. – 352 с.
16. Вижва С. А. Геофізичний моніторинг геологічного середовища: підручник / С. А. Вижва, В. А. Корчагін, В. Г. Бахмутов, О. В. Нікітін. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2021. – 368 с.
17. Петрофізичні дослідження складнобудованих порід-колекторів / В. А. Старостін, Я. М. Коваль, Т. В. Возняк, П. М. Коваль // Нафтогазова галузь України. – 2020. – № 4. – С. 3-8.
18. Безродна І. М. Аналіз впливу мікроструктурних параметрів на петрофізичні властивості теригенних порід-колекторів / І. М. Безродна, Д. А. Безродний, Н. В. Шевчук // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2019. – № 1 (84). – С. 36-42.
19. Федоришин Д. Д. Удосконалення методики лабораторних петрофізичних досліджень складнобудованих порід-колекторів / Д. Д. Федоришин, О. М. Трубенко, С. Д. Федоришин // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2021. – № 1 (78). – С. 23-32.
20. Вплив фізико-хімічних властивостей пластових флюїдів на петрофізичні характеристики порід-колекторів / О. М. Карпенко, І. О. Федоришин, В. В. Процюк, С. Д. Федоришин // Геоінформатика. – 2022. – № 1 (81). – С. 54-63.

21. Лукін О.Ю. Вуглеводневий потенціал надр України та основні напрямки його освоєння / О.Ю. Лукін // Вісник Національної академії наук України. – 2019. – № 5. – С. 74-85.
22. Михайлов В.А. Нафтогазоносні провінції України: підручник / В.А. Михайлов, В.В. Гладун, О.Ю. Зейкан. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2018. – 272 с.
23. Федішин В.О. Геолого-економічна оцінка родовищ нафти і газу: навчальний посібник / В.О. Федішин, І.М. Фик. – Харків: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2019. – 184 с.
26. Кондрат Р.М. Газоконденсатоотдача пластів: монографія / Р.М. Кондрат, Л.И. Хайдарова. – Львов: Издательство Львовской политехники, 2018. – 228 с.
27. Бойко В.С. Технологія розробки нафтових родовищ: підручник / В.С. Бойко. – Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, 2022 – 448 с.
28. Маєвський Б.Й. Прогнозування, пошуки та розвідка нафтових і газових родовищ: підручник / Б.Й. Маєвський, О.С. Лозинський, В.В. Гладун, П.М. Чепіль. – К.: Наукова думка, 2019. – 524 с.
29. Дорошенко В.М. Основні напрями нарощування видобутку вуглеводнів в Україні / В.М. Дорошенко, Д.О. Єгер // Нафтогазова галузь України. – 2020. – № 3. – С. 3-8.
30. Гришаненко В.П. Перспективи нарощування ресурсної бази та видобутку газу в Україні / В.П. Гришаненко, А.М. Коваль, С.Ф. Поверенний // Мінеральні ресурси України. – 2021. – № 2. – С. 3-11.
31. Вижва С. А. Петрофізика : підручник / С. А. Вижва, В. А. Михайлов, І. М. Безродна. -- К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2018. -- 526 с.

