

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Кафедра геологии и разработки нефтяных месторождений
Профиль – Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти
Направление подготовки – 21.04.01 «Нефтегазовое дело»

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Изучение влияния глинистых минералов на фильтрационно-емкостные свойства пород-коллекторов

УДК_552.578.2.061.4:549:532.546:537.533.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ53	Данг Тхи Фыонг Тьонг		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ГРНМ	Коровкин М.В	д.ф.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шарф И.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова О.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чернова О.С.	к.г.-м.н.		

Томск – 2017г.

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять <i>глубокие</i> естественнонаучные, математические и инженерные <i>знания</i> для создания и обработки <i>новых</i> материалов
P2	Применять <i>глубокие знания</i> в области современных технологий машиностроительного производства для решения <i>междисциплинарных</i> инженерных задач
P3	Ставить и решать <i>инновационные</i> задачи <i>инженерного анализа</i> , связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, <i>проектировать</i> и использовать <i>новое</i> оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на <i>мировом</i> рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные <i>исследования</i> в области современных технологий обработки материалов, Нано-технологий, создания <i>новых</i> материалов в <i>сложных</i> и неопределенных условиях
P6	Внедрять, <i>эксплуатировать</i> и обслуживать современные Высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать <i>глубокие знания</i> по <i>проектному менеджменту</i> для ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	<i>Активно</i> владеть <i>иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать

P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации
P10	Демонстрировать <i>глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов</i> инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i>
P11	<i>Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Кафедра геологии и разработки нефтяных месторождений
Профиль – Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти
Направление подготовки – 21.04.01 «Нефтегазовое дело»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ГРНМ
_____ Чернова О.С.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
На выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(Бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2Б1И	Данг Тхи Фыонг Тьюнг

Тема работы:

Влияние глинистых минералов на фильтрационно-емкостные свойства пород-коллекторов

Утверждена приказом директора (дата, №)	03.03.2017г., № 1460/с
-----------------------------------------	------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2017 г.
------------------------------------------	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<i>Источники литературы по физическим методам исследования минералов, микрофотографии образцов глинистых минералов</i>
---------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<p>1. Общие сведения о породах – коллекторах и их фильтрационно-ёмкостных свойствах.</p> <p>2. Влияние глинистых минералов на фильтрационно-ёмкостные свойства пород-коллекторов.</p> <p>3. Электронно-микроскопические исследования глинистых минералов.</p> <p>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</p> <p>5. Социальная ответственность.</p>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Экспериментальные микрофотографии глинистых минералов, полученные с помощью электронного микроскопа.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шарф И.В.– Доцент каф. ЭПР
Социальная ответственность	Немцова О.А. – Ассистент каф. ЭБЖ

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.10.2015г.
-------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ГРНМ	Коровкин М.В.	д.ф.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5В	Данг Тхи Фьонг Тьонг		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
 Кафедра геологии и разработки нефтяных месторождений
 Профиль – Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти
 Направление подготовки – 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
 Уровень образования: Бакалавр
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2017
------------------------------------------	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.12.2015	<i>Общие сведения о породах – коллекторах и их фильтрационно-ёмкостным свойствам.</i>	10
22.01.2016	<i>Влияние глинистых минералов на фильтрационно-ёмкостные свойства пород-коллекторов.</i>	10
29.03.2016	<i>Электронно-микроскопические исследования глинистых минералов</i>	15
11.04.2017	<i>Определение глинистых минералов по методом электронной микроскопии</i>	25
10.05.2017	<i>Создание приложения</i>	10
20.04.2017	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение</i>	10
20.05.2017	<i>Социальная ответственность</i>	10
22.05.2017	<i>Оформление пояснительной записки</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессоркаф. ГРНМ	Коровкин М.В.	д.ф.-м.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доценткаф. ГРНМ	Чернова О.С.	к.г.-м.н		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ и
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5В	Данг Тхи Фьонг Тьюнг

Институт	Природныхресурсо в	Кафедра	ГРHM
Уровень образования	Магистрантура	Направление/специальность	21.04.01 Нефтегазовоедело

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, информационных и человеческих, финансовых,	Оценка затрат на проведение научно-исследовательской работы «Влияние глинистых минералов на фильтрационно-емкостные свойства пород-коллекторов»
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Принять нормы расходования ресурсов согласно государственных единых сметных норм
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Определение налог на добавленную стоимость(НДС)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1.Обоснование перспективности разработки в целях повышения производительности скважин
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1.Составление календарного плана проекта с учетом необходимых временных и трудовых затрат.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	1.Сравнительный анализ эффективности разработки и его аналога посредством расчета интегрального показателя эффективности научного исследования

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2017г.
------------------------------------------------------	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доценткаф. ЭПР	Шарф И.В.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5В	Данг Тхи Фыонг Тьонг		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5В	Данг Тхи Фьонг Тьонг

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	ГРHM
Уровень образования	Магистрантура	Направление/специальность	21.04.01 Нефтегазовое дело

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования – глинистые минералы Рабочая зона – лабораторная комната с компьютером и приборы для исследования минералов.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; действие фактора на организм человека; приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); предлагаемые средства защиты; (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: механические опасности (источники, средства защиты; электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)</p>	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Повышенный уровень электромагнитных и ионизирующих излучений в рабочей зоне - Повышенные уровни шума на в процессе работы компьютеров и других оборудования. - Вредные веществ. - Отклонение показателей микроклимата в рабочей зоне. <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Электробезопасность: действие фактора и средства защиты от электробезопасности. - Пожаробезопасность: Действие фактора и средства защиты от пожара.
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 	<ul style="list-style-type: none"> - Загрязнения атмосферы в результате исследования глинистых минералов. - Решения по обеспечению экологической безопасности и по охране

<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	ОС.
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; выбор наиболее типичной ЧС; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>	<p>- Основные возможные ЧС на объекте: пожар вследствие замыкания электрической проводки, возгорания неисправного компьютера, несоблюдения правил пожарной безопасности.</p> <p>- Наиболее типичной ЧС: замыкание электрической проводки, возгорания неисправного компьютера.</p> <p>- Мероприятия по оповещения и по возможности меры по тушению пожара, эвакуации людей и сохранности материальных ценностей.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	- Правовые, нормативные акты, инструктивные акты в области охраны труда и отраслевые документы.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.03.2017г.
------------------------------------------------------	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф.ЭБЖ	Немцова О.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5В	Данг Тхи Фьонг Тьонг		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 115 листов, 57 рисунков, 17 таблиц, 3 приложения.

Ключевые слова: коллектор, фильтрационно-емкостные свойства, глинистые минералы, каолинит, гидрослюда, монтмориллонит, хлорит, проницаемость, пористость, электронная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, энергодисперсионная рентгеновская аналитическая система.

Объектом исследования являются глинистые минералы.

Целью работы является изучение определения глинистых минералов для решения задач геологии и разработки нефтяных и газовых месторождений.

В процессе исследования было проведено изучение метода определения глинистых минералов и их влияние на фильтрационно-емкостные свойства коллектора. Кроме того было ознакомлено с методом электронной микроскопии для определения глинистых минералов.

В результате исследования был изучен минеральный состав тонкодисперсных образцов палеозойских глинисто-кремнистых пород АА месторождения с помощью сканирующего электронного микроскопа; определены глинистые минералы в составе изученных пород.

Степень внедрения: в работе рассмотрено влияние различных глинистых минералов на фильтрационно-емкостные свойства коллекторов. Показано, что в составе изученных палеозойских отложений основным глинистым минералом является монтмориллонит, резко отрицательно влияющий на проницаемость пород-коллекторов из-за своей высокой набухаемости. Было сделано рекомендации о необходимости учета видов глинистых минералов и их влияния на фильтрационно-емкостные свойства коллекторов при разработке месторождений.

Практическая новизна заключается в возможности использования электронной микроскопии для идентификации разных глинистых минералов.

Область применения: результаты работы могут быть использованы для идентификации глинистых минералов в лабораторных условиях и в процессе изучения дисциплин «Геология и разработка месторождения нефти и газа», «Физика пласта», «Методы изучения вещественного состава пород-коллекторов».

В будущем планируется расширять возможность использования метода сканирующей электронной микроскопии для количественного определения состава глинистых минералов.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ФЭС – фильтрационно- емкостные свойства;

ЭМ – электронная микроскопия;

ПЭМ – просвечивающая электронная микроскопия;

РСМА – рентгеноструктурный микроанализ;

ЭЗМА – электронно-зондовый микроанализ;

РЭМ – растровая электронная микроскопия;

СЭМ – сканированная электронная микроскопия;

РМА – растровая микроанализ.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	14
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЕ О КОЛЛЕКТОРЕ И ИХ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА.....	16
2. ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ.....	20
2.1 Глинистые минералы.....	20
2.2 Классификация глинистых пород.....	25
3. ВЛИЯНИЕ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОРОД КОЛЛЕКТОРОВ.....	28
4. ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ.....	43
4.1 Физические основы методов электронной микроскопии.....	44
4.1.1 Типы электронных микроскопов.....	44
4.1.2 Основные методы электронно-микроскопических исследований минералов.....	53
4.2 Определение глинистых минералов с помощью СЭМ по структуре.....	56
4.3 Определение минералы помощью СЭМ по составу скважинной породы. 60	
4.3.1 Образец ХУ– скважина № АВ, АА месторождение.....	60
4.3.2 Образец № ХУ– скважина № АВ, АА месторождение.....	74
4.3.3 Образец № ХZ, АА месторождение.....	76
4.4 Определение состава смеси глинистых минералов методом рентгеноструктурного микроанализа.....	77
4.5 Определение глинистый минерал методами электронного микроскопия и рентгеноструктурного микроанализа.....	80
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	84
5.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	84
5.2 Календарный план-график проекта.....	84

5.3 Бюджет научного исследования	85
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	94
6.1 Анализ вредных факторов	94
6.2 Анализ опасных факторов	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	107
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	108
Приложение А	112
Приложение Б	113
Приложение В	0

ВВЕДЕНИЕ

В процессе своего образования и существования нефть постоянно находится в тесной связи с минеральной массой осадка и породы. Это очевидно, что для полного извлечения нефти нужно знать необходимую информации о геологическом строении объекта эксплуатации, такие как его минеральный состав, фильтрационно-емкостные свойства коллекторов (ФЕС), структуру порового пространства; пространственное распределение коллектора и покрышек, условия формирования пород-коллекторов, физико-химические свойства горной породы с позиций взаимодействия ее с водой и углеводородами, а также определение параметров коллектора, существенных с точки зрения разработки месторождений.

Проблема определения вещественного состава пород-коллекторов является актуальной для решения задач нефтяной геологии. Глинистые минералы участвуют почти во всех процессах, приводящих к образованию нефти и формированию ее залежей. При их каталитическом действии происходит образование нефтяных углеводородов из захороненного в нефтематеринских отложениях органического вещества.

Целью работы является изучение методов анализа глинистых минералов для решения задач геологии и разработки нефтяных и газовых месторождений. Задачи, поставленные при выполнении данной работы, включает в себя следующее:

1. Изучить влияния глинистых минералов на ФЕС пород-коллекторов.
2. Определить глинистые минералы методом электронной микроскопии.
3. С помощью сканирующего электронного микроскопа изучен состав образцов палеозойских глинисто-кремнистых пород АА месторождения (АБ область, Россия).

4. Определение состава смеси глинистых минералов методом рентгеноструктурного микроанализа (РСМА).

В данной работе рассмотрены методы для определения минералов, входящие в состав пород – коллекторов: метод электронно-микроскопического исследования, позволяющий исследовать структуру породы при увеличении более 50 тыс. раз, а также выявить закономерности микростроения изломов.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЕ О КОЛЛЕКТОРЕ И ИХ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА

Коллектор нефти и газа характеризуются специфическими особенностями, главными из которых являются емкостные и фильтрационные свойства- пористость и проницаемость.

При характеристике коллекторских свойств пород обычно выделяют следующие виды пористости: общую (полную), открытую и эффективную.

Пористость измеряется в процентах или долях единицы. В природных условиях пористость горных пород изменяется в широких пределах от десятых и даже сотых долей до 40-50% и более. Наибольшей пористостью обладают, как правило, рыхлые обломочные, а наименьшей- плотные осадочные, магматические и метаморфические горные породы.

По генезису поры разделяют на первичные, возникшие в процессе формирования породы, и вторичная пористость связана с трещинами и кавернами, возникающими в основном в карбонатных породах (известняках и доломитах), в результате проявления тектонических сил и вследствие растворения или разложения отдельных компонентов хомогенных и биогенных пород. Межгранулярная вторичная пористость возникает также при растворении и удалении цемента обломочных пород.

Наличие в породах сообщающихся пор и возможность движения через них флюидов определяют проницаемость пород (в Дарси, или в системе СИ в единицах квадратного метра: $10^{-12} \text{ м}^2 = 1 \text{ Д}$). Проницаемость пород по напластованию выше, чем в перпендикулярном к напластованию направлении [1].

Различают следующие виды проницаемости пород: абсолютную, эффективную и относительную.

Изучение пород - коллекторов нефти и газа является основной задачей геологии и разработки нефтяных и газовых месторождений. Большинство пород – коллекторов имеют осадочное происхождение. Коллекторами нефти и газа являются, как терригенные (пески, алевроиты, песчаники, алевролиты и некоторые глинистые породы), так и карбонатные (известняки, мел, доломиты) породы.

Песок – мелкообломочная рыхлая осадочная горная порода, состоящая из зёрен размером 0.14 - 5 мм, образовавшаяся в результате разрушения твёрдых горных пород. Состоит главным образом из зёрен минералов (кварца, полевого шпата, слюд и др.), мелких обломков пород и иногда частиц скелетов ископаемых организмов (кораллов и др.) [4].

Алевроиты – тонкозернистые, пылевидные породы - сложены зернами различных минералов, преимущественно кварца, причем размер преобладающих зерен колеблется от 0.01 до 0.1 мм[6].

Алевролиты – породы, размер зерен 0.01 – 0.05 мм, кроме кварца содержат примесь слюды и следующих минералов - циркона, турмалина, а также единичные зерна апатита и граната [5].

Песчаники - породообразующими минералами являются кварц, полевые шпаты, слюда, глауконит.

Известняк –это осадочная горная порода, которая почти 100 % состоит из кальцита CaCO_3 . Наиболее частыми примесями в известняке являются доломит, глинистые минералы, кварц, гидроокислы железа и окислы марганца, а также марказит, пирит, гипс, фосфаты, органическое вещество и т.д.

Доломит – осадочная карбонатная порода, на 95% состоит из минерала доломит[11].

Мел – слабосцементированная, тонкозернистая порода, состоящая в основном из кальцита (40-50%).

В настоящее время предложено несколько классификаций коллекторов, в основу которых положены значения коэффициента проницаемости. Наиболее полной является классификация песчано-алевритово-глинистых коллекторов нефти и газа, которая учитывает, кроме проницаемости, также гранулометрический состав и эффективную пористость пород [7].

Коллекторские свойства терригенных пород в значительной степени зависят от гранул метрии, от сортированности и формы зерен обломочного материала. Высокая степень отсортированности и окатанности зерен указанного материала благоприятно сказывается на емкостных и фильтрационных свойствах осадочных пород. Отрицательно влияет на указанные свойства коллекторов высокое содержание фракций мельче 0,05мм и хемогенный главным образом карбонатный цемент. Положительным признаком является преобладание в их гранулометрическом составе фракций 0,25-0,1 и 0,1-0,05мм [7].

Присутствие в поровом пространстве песчано-алевритовых пород глинистых минералов также резко снижает их проницаемость. При этом песчаники и алевролиты обладают коллекторскими свойствами при содержании в них не более 20% глинистого материала [10].

Выявление минералов пород - коллекторов или элементов и соединений, входящих в их состав, позволяет определить исследуемую горную породу, а также условия ее образования, и, следовательно, позволяет судить о возможном расположении в ней залежей нефти и газа.

Таким образом, одной из главных задач в геологии и разработке нефтяных и газовых месторождений является определение вещественного

состава пород – коллекторов, т.к. это позволяет выявить саму породу, а также расширить возможности ее практического применения.

Из всего вышесказанного можем сделать вывод о том, что основными минералами, входящими в состав пород-коллекторов являются: кварц, слюда, кальцит, доломит, глинистые минералы и др.

2. ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ

2.1 Глинистые минералы

Глинистые минералы образуются в результате изменения первичных минералов (полевых шпатов, слюды, хлоритов и т. п.) а также в результате выпадения в виде гелей из коллоидных и химических растворов.

Этот тип органического вещества распространен в породах морского происхождения наиболее широко. Интенсивное накопление сорбированного органического вещества в осадках, наследуемого затем породами, обусловлено давно известной способностью глинистых минералов легко сорбировать органическое вещество. Экспериментальные исследования показали, что при наличии в морской воде органического вещества глинистые минералы не только не сорбируют из морской воды неорганические катионы, но и легко обменивают катионы, находящиеся в их обменных позициях, на катионы органического вещества.

Однако благодаря особенностям кристаллической структуры глинистых минералов последние могут сорбировать органическое вещество и значит способствовать его каталитическому преобразованию только в том случае, если оно находится в виде коллоидных или истинных растворов. Такое ограничение размера сорбируемого органического вещества обусловлены величиной площади обменной позиции глинистых минералов, которая равна приблизительно 80 \AA^2 [2].

Значительное содержание органического вещества, сорбированного глинистыми (и карбонатными) минералами, зависит от характера распределения различных типов органического вещества в бассейнах гумидных зон, которые представляют особый интерес для нефтяников благодаря обилию в них органического вещества. Чтобы представить себе количество органического вещества.

Чтобы представить себе количество органического вещества, находящегося в растворённом состоянии, и таким образом оценить масштабы

участия глинистых минералов в преобразовании органического вещества, необходимо обратиться к подсчетам Б. А. Скопинцева (1950), В. Г. Дацко (1955) и В. А. Успенского (1956), свидетельствующим о том, что в современную геологическую эпоху основную массу органического вещества составляют его растворы — промежуточный продукт минерализации живого вещества как продуцируемого в самом бассейне, так и вносимого реками. По данным Б. А. Скопинцева и Л. Т. Крыловой (1955), изучавших вынос органического вещества крупнейшими реками Советского Союза, в водах рек преобладает (90%) органическое вещество в растворенном состоянии (кроме весенних паводковых вод и вод богатых гумусовыми соединениями). Ежегодно реки Советского Союза вносят в океан $7,0 \times 10^8$ т органического вещества [2].

Глинистые минералы, основная часть обменных позиций которых занята органическими ионами, сорбированными в верхних горизонтах морской воды, по мере погружения на дно продолжает дополнительно сорбировать органические ионы из морской воды или обменивать уже сорбированные ионы на более активные, т. е. более крупные, обладающие большими Ван-дер-Ваальсовыми силами, или более полярные. Поэтому когда глинистые минералы попадают в осадок, они уже практически лишены возможности сорбировать новые порции органического вещества. В этом и заключается причина закономерности, отмеченной Н. Д. Стариковой (1959) и Н. М. Стяховым (1962) и состоящей в том, что иловая вода всех водоемов значительно обогащена растворенным органическим веществом по сравнению с наддонной [2].

Н. Д. Старикова (1959) считает, что накопление в иловой воде растворенных органических соединений является следствием интенсивной деятельности бактериального населения илов и их ферментов, разлагающих трупы планктонных организмов, захороненных в осадках. При этом белки расщепляются до водорастворимых аминокислот, жиры распадаются на

спирты и жирные кислоты, углеводы также дают кислородные производные, частично растворимые в воде. Такой процесс, безусловно, имеет место, и часть вновь образующегося здесь растворимого органического вещества может дополнительно сорбироваться минеральной массой осадков, но не деятельность бактериального населения илов, а скорость ионно-обменных реакций является в данном случае определяющим фактором [3].

Осаждение глинистых минералов с органическими ионами в обменных позициях происходит под контролем гидродинамического режима бассейна.

Сорбция глинистыми минералами органического вещества способствует его сохранности и уходу вместе с глинистыми минералами из зоны диагенеза в зону катагенеза, где оно и преобразуется нефти-углеводороды (Клубова, 1965). При этом закрепление органических ионов на активных центрах, расположенных на базальных плоскостях (монтмориллонит, гидрослюда) в большей степени предохраняет их от любого химического изменения, будь то гидролиз или действие энзимы, чем сорбция вокруг краев кристалла и внешних поверхностей (каолинит). Необходимо добавить, что каталитическое преобразование органического вещества практически всегда сопровождается повышением температуры в связи с переходом в зону катагенеза, так что это процесс термокаталитический

Впервые вопрос о большей сохранности сорбированных органических веществ по сравнению со свободными затронул С. Маттсон (Mattson, 1932), установивший, что протеины, адсорбированные почвенными минералами, значительно лучше сопротивляются микробиологическому разложению, чем протеины свободные. Позже такое же предположение применительно к гумусовым веществам почв высказал С. А. Ваксман (Waksman, 1936) на том основании, что в почвах, богатых глинистыми минералами, гумусовые вещества определяются легче, чем в почвах, бедных глинистым веществом [5].

Но если глинистые минералы, сорбируя органическое вещество, предохраняют его от бактериального и химического разрушения, то сорбированное органическое вещество, в свою очередь, повышает устойчивость глинистых минералов, защищая их от воздействия агрессивных вод. Под защитным действием сорбированного органического вещества глинистые минералы сохраняются неизменными даже в обстановке, резко отличающейся, но физико-химическим параметрам от той, в которой они могут существовать.

Сорбированное органическое вещество положительно влияет также на формирование экранирующих свойств глинистых пород. Оно служит как бы цементом, упрочивающим глинистые породы, благодаря чему они становятся лучшими нефте- и газо упорами, чем аналогичные породы, лишенные сорбированного органического вещества. Некоторую роль в улучшении изолирующих свойств глинистых пород играет и органическое вещество второго типа, при преобразовании которого выделяются легко гидролизующие подвижные компоненты, также сорбируемые глинистыми минералами. В глинистых породах, содержащих органическое вещество второго типа, вокруг его обрывков создаются причудливой формы участки повышенной прочности. Улучшение экранирующих свойств таких пород пропорционально содержанию органического вещества второго типа.

Таким образом, глинистые минералы могут каталитически воздействовать только на органическое вещество третьего типа и на ту часть органического вещества второго типа, которая выделяется при гидролизе последнего. Органическое вещество первого типа и основная масса вещества второго типа не испытывают каталитического влияния пород, а преобразуются под действием главным образом температуры, давая преимущественно газообразные продукты. Установлено, что благодаря особенностям структуры глинистых минералов все реакции между ними и

органическим веществом, в том числе и нефтяными углеводородами, протекают на поверхности кристалликов глинистых минералов [12].

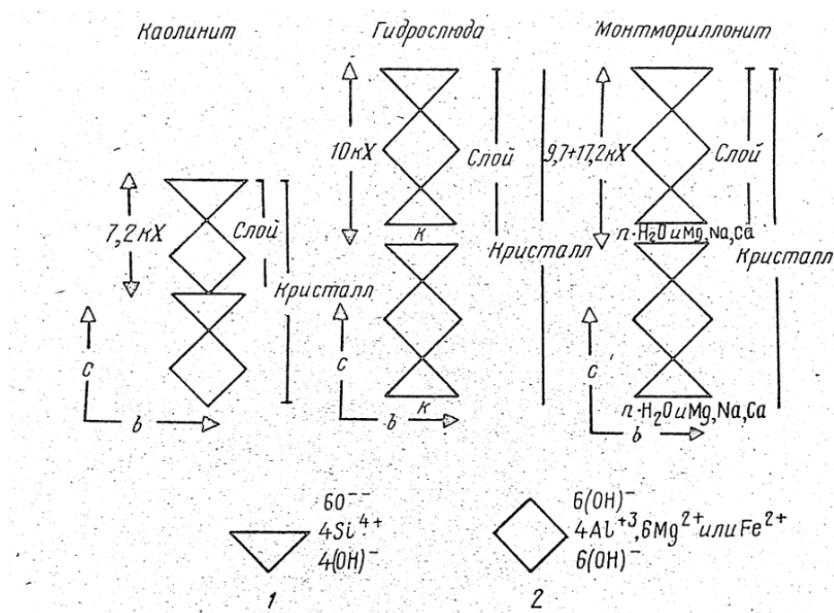


Рисунок 2.1 – Схема структур глинистых минералов

1– Кремнекислородный тетраэдр; 2 – алюмо- кислородно-гидроксильный октаэдр

Как известно, типичные глинистые минералы характеризуются слоистыми структурами, основу которых (силикатный слой) составляют два структурных элемента: листы кремнекислородных тетраэдров и листы гидроксильно-кислородных октаэдров с атомами Al^{+3} и Fe^{+3} или Mg^{+2} и Fe^{+2} в центре. Если в октаэдрической координации находятся атомы Al^{+3} или Fe^{+3} , то они заполняют лишь две трети октаэдрических пустот, а одна треть остается свободной. Двухвалентные же атомы (Mg^{+2} и Fe^{+2}) полностью заполняют все октаэдрические пустоты [2].

Сочетанием этих структурных элементов определяются различия между основными группами глинистых минералов (См. рисунок 2.1). Для минералов каолиновой группы характерно наличие одного тетраэдрического листа и одного октаэдрического с отношением 1:1. Минералы группы гидрослюд и монтмориллонита состоят из двух тетраэдрических листов и

одного октаэдрического, расположенного между ними. Это минералы с отношением 2:1 [2].

2.2 Классификация глинистых пород

Общими принципами кристаллохимической классификации глинистых минералов, относящихся к подклассу слоистых силикатов, является учет следующих показателей: соотношения числа тетраэдрических и октаэдрических сеток в структурном пакете, характер заполнения октаэдров в октаэдрическом слое, величина и положение заряда в кристаллической решетке.

Минералы группы каолинита

Минералы группы каолинита относятся к двуслойным или двухэтажным слоистым силикатам и обозначаются числовым индексом 1:1. Это значит, что их кристаллическая решетка состоит из двухслойных пакетов, в которых на одну сетку октаэдров приходится одна сетка кремнекислородных тетраэдров [2].

Группа каолинита представлена каолинитом, диккитом и накритом. По структуре с каолинитом сходенгаллуазит. К группе каолинита также относится аллофан – рентгеноаморфный глинистый минерал коллоидной природы, представляющий собой смесь или твердый раствор свободного кремнезема и глинозема [8].

Группа иллита (гидрослюд)

Все минералы группы слюды и иллитов относятся к трехслойным силикатам, которые обозначаются цифровым индексом 2:1. Это значит, что в их кристаллической решетке на одну сетку октаэдров приходится 2 тетраэдрические сетки, обращенные своими вершинами навстречу друг другу. Сочленение тетраэдрической и октаэдрической сеток в трехслойном пакете, так же, как и в каолините, осуществляется через общие кислороды, находящиеся в вершинах тетраэдров и октаэдров [5].

Группа иллита (гидрослюд) является наиболее широко распространенной, обладает кристаллической решеткой слюдистого типа. Типичным представителем слюд является мусковит $KA_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$. В иллитах по сравнению со слюдами имеется постоянный дефицит калия. Недонасыщенность калием обусловила значительную неупорядоченность структуры этих минералов, они часто деградированы.

Особенно широко среди них представлен гидромусковит, для которого характерны мелкочешуйчатые агрегаты неопределенной формы. При преобразованиях в катагенезе все глинистые минералы, в том числе гидрослюды, подвергаются трансформации. Многие совершенствуют свою форму и кристаллическую структуру благодаря приносу извне дополнительного вещества. В этом проявляется аградация минералов. К группе гидрослюд относится глауконит, глинистый минерал [13].

Группа смектитов (монтмориллонита)

Минералы группы смектитов, также как и слюды, относятся к трехслойным силикатам, которые обозначаются цифровым индексом 2:1. В их кристаллической решетке присутствуют 2 тетраэдрические сетки, обращенные вершинами навстречу друг другу, между которыми находится октаэдрический слой. Сочленение тетраэдрической и октаэдрической сеток осуществляется через общие вершины тетраэдров и октаэдров, в которых находится кислород.

Группа смектитов обладает подвижной кристаллической решеткой, способной расширяться за счет вхождения в нее большого количества воды и других веществ, в частности, молекул органических соединений. Конкретный вид смектита определяется исходной материнской породой. [8]

Группы вермикулита

Вермикулиты, также как слюды, иллиты и минералы монтмориллонитовой группы относятся к трехслойным силикатам и обозначаются цифровым индексом 2:1. Их кристаллическая решетка состоит из двух тетраэдрических

сеток, обращенных вершинами навстречу друг другу, между которыми находится октаэдрический слой. Сочленение тетраэдрической и октаэдрической сеток осуществляется через общие вершины, в которых находится кислород.

Группа вермикулита родственна группе смектитов. От смектитов вермикулит отличается высокой прочностью связи воды в структуре и отсутствием разбухания при насыщении не только глицерином, но и этиленгликолем [8].

Минералы группы хлоритов

Хлориты относятся к четырехслойным слоистым силикатам и обозначаются индексом 2:1:1. В их кристаллической решетке трехслойные пакеты 2:1 чередуются с еще одним добавочным октаэдрическим слоем. Поэтому хлориты иногда обозначают цифровым индексом 2:2, но обозначение 2:1:1 более правильно, т. к. состав основного октаэдрического слоя (в трехслойном пакете) всегда отличается от состава добавочного октаэдрического слоя. Главное отличие заключается в том, что в вершинах октаэдрического слоя, заключенного между двумя тетраэдрическими сетками в трехслойном пакете, находятся кислород (в тех вершинах, через которые октаэдрическая сетка сочленяется с тетраэдрическими слоями) и гидроксильные группы, а в добавочном октаэдрическом слое все вершины октаэдров заняты гидроксильными группами [13].

Группа хлоритов представлена магнезиальными, магнезиально-железистыми и железистыми (лепты хлоритовыми) разностями.

Группа смешано-слойных минералов

Смешано-слойные минералы построены кристаллами, включающими слои различного состава. Наиболее распространены в осадочных породах смешано-слойные минералы иллит-смектитовой природы [13].

3. ВЛИЯНИЕ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОРОД КОЛЛЕКТОРОВ

Минералогическая изменчивость в коллекторах

Минеральный состав в сланцево-газовых пластах широко варьирует. Рисунок 2 представляет собой трехкомпонентный график, основанный на кварце, общей глине и общем карбонате с композиционными полями, обрисованными в Северной Америке, что контрастирует с составом богатого глиной газоносного аргиллита. Как можно видеть, вариации композиции охватывают почти все композиционное поле этого сюжета. Текущие производства пьесы, как правило, лежат ниже 50% глиняной линии. Газы сланцевого газа, содержащие более 50% кварца или карбоната, как правило, имеют более хрупкий характер, что хорошо соответствует современным методам стимуляции скважин [6].

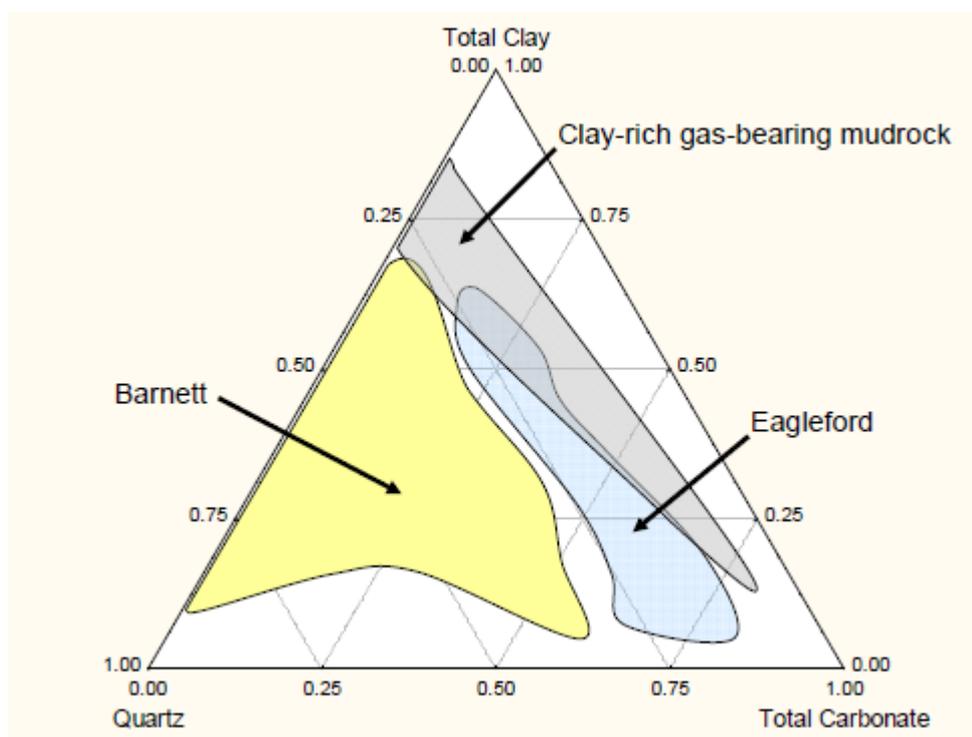


Рисунок 3.1 - Минеральный состав весьма изменчив в каждом резервуаре.

С точки зрения стимуляции, не все кварц создается равным образом в пластах сланцевого газа. Наиболее эффективным кварцевым компонентом является, по-видимому, рекристаллизованный биогенный опаловый кремнезем, который образует сплошной каркас из кварцевого цемента. Детритовый кварц, с другой стороны, кажется менее эффективным. Экстравагинальный обломочный кварц цементируется кремнеземом из смектито-глинистой иллитизации во время диагенеза в соответствии с реакцией:



Пористость в породах

Характер пористости в перегнанных органических богатых формациях может дать некоторое представление о том, как они работают, и о том, почему аналитические процедуры для характеристики пористости и жидкостей могут варьироваться. В пределах обычных кремниекластических коллекторов (например, песчаников).

Существует более четкое различие между меж зеренной пористостью (между обломками зерен) и вторичной пористостью внутри зерен (внутризеренной пористости), таких как микропористые фрагменты породы, диагенетические глины и частично растворенные обломочные зерна (полевошпат, фрагменты породы). Когда вводятся обломочные глины и другие очень мелкие частицы, то более четкое различие между заполненной флюидом пористостью и твердым телом является более сложным. Общими глинистыми минералами, обнаруженными в детритовых системах, являются каолинит, хлорит, иллит и смешанный слой иллит-смектит (рис. 3.2). Все глины имеют гидроксилы (ОН-) как часть их кристаллической структуры; Хотя на нейтронный лог влияет гидроксил, важно признать, что это не вода или часть общей пористости породы. Только иллит по сути своей радиоактивен, хотя следовые количества тория могут быть найдены замещающими в кристаллической структуре глин из семейства

монтмориллонитов. Из-за очень небольшого размера зерен глины большое количество поверхностной воды связано с глинистыми минералами либо в виде адсорбированной воды, либо в двухслойной воде, содержащей электропроводящие катионы, либо в виде сильно удерживаемой капиллярной воды (но за пределами стандартного " Двухслойный " воды). Иногда все они называются «водой, связанной с глиной», но их количественное измерение и дифференциация проблематичны и неточны, особенно если вы решите использовать водонасыщенность (S_w) в качестве показателя объема воды.



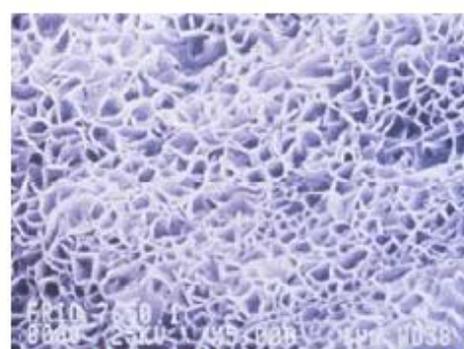
Kaolinite - $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$



Chlorite - $(Mg,Al,Fe)_{12}[(Si,Al)_8O_{20}](OH)_{16}$



Illite - $KAl_4[Si_7AlO_{20}](OH)_4$



Smectite - $(Ca,Na)(Al,Mg,Fe)_4[(Si,Al)_8O_{20}](OH)_4 \cdot nH_2O$

Рисунок 3.2 - Четыре основных типа глины, встречающихся в осадочных породах. Также показаны их химические формулы.

Большинство кремниекластических зерен являются мокрыми, указывая на то, что на поверхностях зерен очень тонкий (или двухслойный) слой воды; Для песчаников объем этой воды в значительной степени незначителен по сравнению с объемом пустоты (порового пространства) между зернами. В мелкозернистых породах, таких как аргиллиты, размер частиц на порядки

меньше, и, таким образом, площадь поверхности на порядок больше (См. табл. 3.1 и рис. 3.3). В глинистых породах вода, связанная с глинистыми поверхностями, является значительной по отношению к общей пористости; Кроме того, для некоторых типов глин (сметитов/монтмориллонитов) существует межслойная вода, которую некоторые считают частью общей системы пористости, а другие считают частью кристаллической структуры[6].

Поверхностные воды изучались на протяжении десятилетий и до сих пор являются предметом научных дискуссий, подробности которых выходят за рамки настоящего документа [6].

Таблица 3.1 - Площадь поверхности обычных глинистых минералов (и мелкозернистого песчаника)

Тип глины	Внутренняя площадь поверхности (м ² / г)	Внешняя площадь поверхности (м ² / г)	Общая площадь поверхности (м ² / г)
Сметит	750	50	800
Иллит	0	30	30
Хлорит	0	15	15
Каолинит	0	15	15
Мелкий кварцевый песок	0	0,02	0,02

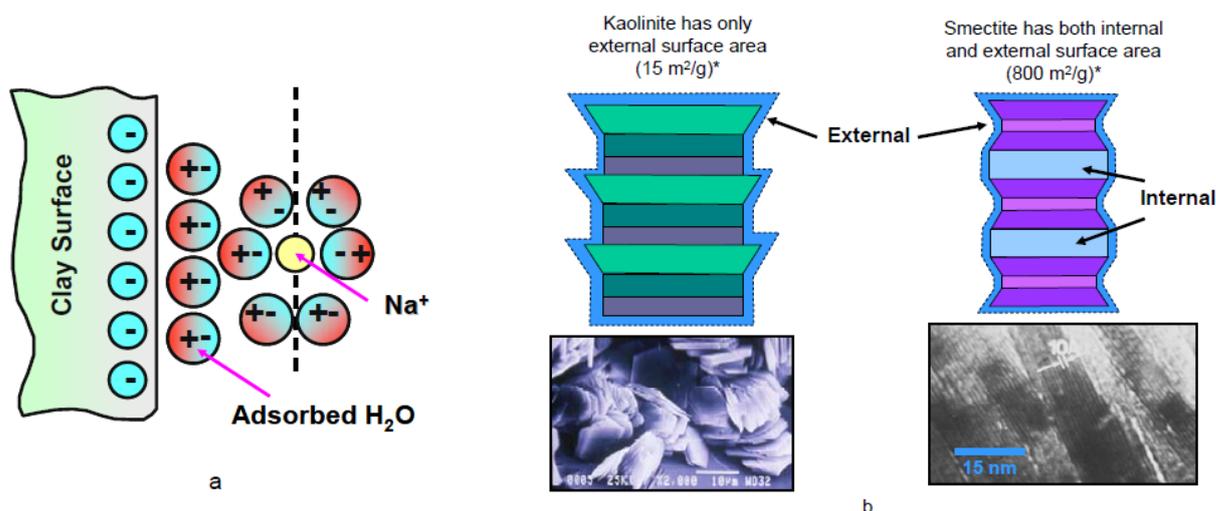


Рисунок 3.3 - а) Схема «адсорбированной» поверхностной воды и двойного слоя воды; б) Схематические и SEM-изображения, показывающие, что каолинит имеет только внешнюю поверхность, а смектит имеет как внешнюю, так и внутреннюю поверхность.

Изображение смектита, полученного с помощью ПЭМ (просвечивающего электронного микроскопа), показывает, что сплюснутый слой (без воды) составляет 10 ангстрем, 1,0 нм. Для всех глин существует еще одна причина путаницы в определениях пористости: гидроксильный ион (ОН⁻), который занимает места кристаллической решетки в октаэдрическом слое большинства глины, но этот ион не является фактически жидкой водой и не проводит электричество через ионную проводимость. Однако водород в гидроксиде обнаруживается стандартными нейтронными каротажными приборами и является причиной рутинного разделения плотности нейтронов, отмеченного в глинистых сланцах или аргиллитах[6].

Поведение глинистых минералов в порах коллектора и их влияние на фильтрационные и ёмкостные свойства породы, определяются также минеральным составом глинистых минералов, тесно связанным с особенностями их структуры (смотреть рисунок 1).

Особенностью минералов каолиновой группы является постоянство в составе слоя, вследствие чего замещения внутри решетки чрезвычайно редки и заряды внутри слоя компенсированы. Связь силикатных слоев друг с

другом в направлении оси C осуществляется водородом, который препятствует расширению решетки и исключает проникновение в нее воды и углеводородов нефти. Даже значительные количества каолинита в коллекторе не делают его полностью непроницаемым для нефти, так как потери на адсорбцию в этом случае будут минимальными [2].

Здесь и далее речь будет идти только о сравнительных величинах потерь нефти на адсорбцию поверхностью различных групп глинистых минералов. Нужно иметь в виду, что эти величины всегда достаточно большие, раз речь идёт о глинистых минералах, суммарная поверхность которых очень велика.

Силикатный слой минералов монтмориллонитовой группы непостоянен вследствие широких изоморфных замещений в октаэдрических листах и более узких - в тетраэдрических, приводящих к нарушению нейтральной решетки.

Возникающий при таких замещениях избыток заряда компенсируется обменными ионами. От свойств ионов (валентность, размер ионного радиуса, поляризация и др.), обеспечивающих нейтральность решетки минералов монтмориллонитовой группы, зависит способность этих минералов к расширению решетки по оси C , в результате чего в межслоевые промежутки могут проникать вода и углеводороды нефти. Внедрение воды и нефтяных углеводородов в межслоевое пространство монтмориллонита приводит к увеличению его объема, благодаря чему даже незначительная примесь монтмориллонита в коллекторе может запечатать все эффективные каналы.

Силикатный слой минералов группы гидрослюд подобен монтмориллонитовому, но в отличие от последнего избыточный отрицательный заряд решетки создается главным образом изоморфными замещениями в тетраэдрических листах. Близость источника отрицательного заряда к базальным поверхностям обуславливает более прочную связь между силикатными слоями минералов группы гидрослюд по сравнению с монтмориллонитами. Как известно, нейтральность решетки гидрослюдистых

минералов обеспечивается калием и гидроксонием. Соотношением калия и гидроксония в структурных позициях гидрослюдов обусловлена способность последних к внутри - кристаллическому набуханию за счет внедрения воды и органических веществ в межслоевые промежутки этих минералов [4].

В строгом соответствии с особенностями структуры минералов каолининовой и монтмориллонитовой групп находятся опытные данные по влиянию этих минералов на проницаемость песчаных коллекторов, полученные М. А. Цветковой (1954). Установлено, что наибольшее влияние на проницаемость песчаных пород оказывают минералы.

Монтмориллонитовой группы. Если в крупнозернистый кварцевый песчаник добавить только 2% монтмориллонита, то его проницаемость снизится в 10 раз. Добавление же 5% монтмориллонита уменьшает проницаемость его в 30 раз. Этот же кварцевый песок, содержащий до 15% каолинита, все еще имеет достаточно хорошую проницаемость (рисунок 3.4) [4].

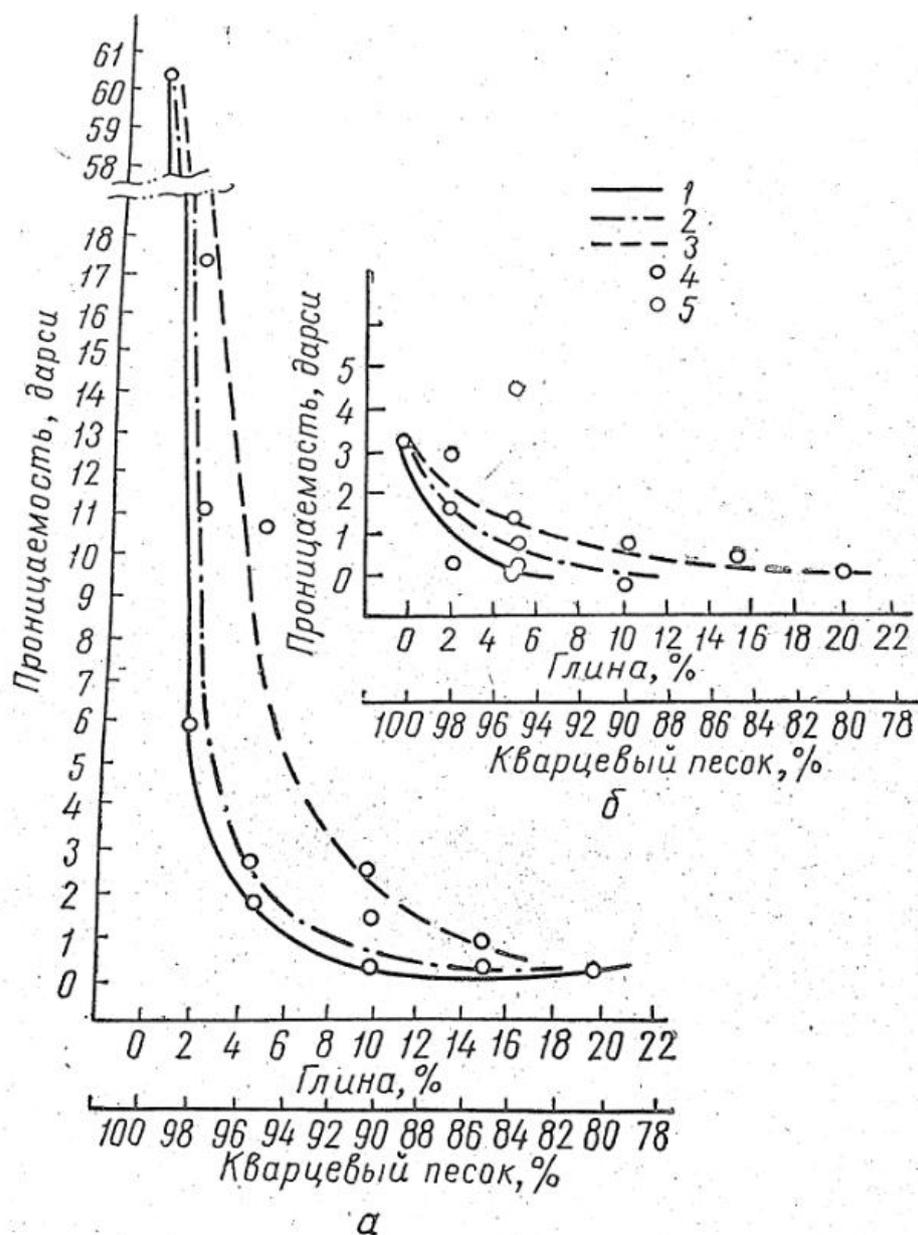


Рисунок 3.4 – Зависимость фильтрующей способности кварцевых песков от содержания в них минералов глин (По М.А. Цветковой с дополнением автора)

Фракции а- 0,35-0,50 мм, б-0,08-0,12мм.

- 1- Монтмориллонитовая глина; 2- Полимиктовая глина; 3- каолинитовая глина; 4- данные М.А. Цветковой; 5- данные Т.Т Клубовой.

Обменные ионы, контролируя количество воды и углеводородов нефти, которое может проникнуть в межслоевое пространство, заметно влияют на поведение монтмориллонита в порах коллектора. В частности, от того, какой катион находится в обменном положении, резко изменяется емкость

поглощения монтмориллонита, а значит и его влияние на фильтрацию нефти через коллектор.

Наиболее распространенными катионами, занимающими обменные позиции глинистых минералов, являются Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ , H^+ , Na^+ .

Для изучения влияния монтмориллонита с различными катионами в обменных позициях на фильтрационные свойства коллекторов мы использовали образцы кальциевого монтмориллонита из месторождения Огланлы Туркменской ССР, обменные ионы которого были замещены H^+ , NH_4^+ , Na^+ . Испытание образцов проводилось на приборе ЖШ-1. Образец для опыта готовился из мелкозернистого кварцевого песка (фракция 0,1 мм) с искусственной влажностью 20%. Увлажненный образец помещался в стальной цилиндрический стакан высотой 4,5 см и диаметром 3,5 см и подвергался уплотнению при 200 кгс/см^2 на гидравлическом прессе ПГЛ-5. При анализе данных, становится очевидным, что все разновидности монтмориллонита резко отрицательно влияют на фильтрацию нефти через коллектор. Но на общем отрицательном фоне меньше всего ухудшает фильтрационные свойства коллектора монтмориллонит, содержащий в качестве обменных катионов ионы H^+ . Однако добавка 5% Н-монтмориллонита к мелкозернистому песчанику с проницаемостью около 5,4 дарси, сразу снижает его проницаемость в 6 раз [4].

Таблица 3.2 – Изменение проницаемости кварцевого песка (0,1 мм) к зависимости от примеси монтмориллонитовой глины с различными обменными ионами

Характеристика образцов	Проницаемость, Дарси (покеросину)	Примечание
Кварцевый песок - 100%	5,3297	Влажность 20% Давление уплотнения 200 кгс/см ²
Кварцевый песок с добавкой 5% Н-монтмориллонита	0,8514	
Кварцевый песок с добавкой 5% NH ₄ - монтмориллонита	0,2355	
Кварцевый песок с добавкой 5% Na-монтмориллонита	0,1567	

Монтмориллониты, содержащие в обменных позициях катионы Ca²⁺ и Mg²⁺, оказывают на фильтрацию нефти через коллектор почти такое же влияние, как и монтмориллониты, обменные позиции которых заняты водородом.

Если же обменные позиции монтмориллонита заняты ионами NH₄⁺, то добавка его в количестве 5% снижает проницаемость того же песчаника уже в 22 раза. Максимально затрудняют фильтрацию нефти через коллектор монтмориллониты, содержащие поглощенный натрий. Добавка только 5% такой глины к мелкозернистому кварцевому песчанику снижает его проницаемость в 33 раза, т.е. делает его практически непроницаемым для некоторых типов нефти (таблица 3.2) [5].

Полученные данные об изменении проницаемости мелкозернистого кварцевого песка (фракция 0,1 мм) в зависимости от добавления 5% монтмориллонита с различными катионами в обменных позициях (смотреть

на таблице 3.2) мы нанесли на график, построенный М. А. Цветковой (1954), использовавшей в своих опытах только Са-монтмориллонит [5].

Полученные данные представляют практический интерес как для разведки нефтяных месторождений, когда появляется необходимость прогнозировать коллекторские свойства пород, в цементе которых можно предполагать наличие монтмориллонита, так и для разработки залежей с искусственным поддержанием пластового давления путем нагнетания воды. Необходимо иметь в виду, что вредное влияние воды, закачиваемой в пласт коллектора, в поровом пространстве которого находятся глинистые минералы, способные к внутрикristаллическому набуханию (монтмориллонит и в различной степени деградированные гидрослюды), на фильтрационные возможности пород тем меньше, чем более высокомолекулярные углеводороды содержатся в нефти. Как указывалось, высокомолекулярные углеводороды закрепляются на обменных позициях глинистых минералов не только поляризационными силами, но и силами Ван-дер-Ваальса, которые тем больше, чем более высокий молекулярный вес имеют углеводороды. Высокомолекулярные углеводороды нефти, прочно закрепившись на обменных позициях, создают своеобразное защитное покрытие глинистых минералах, препятствующее их разбуханию под действием воды, нагнетаемой в пласт. Так что ухудшение фильтрационных качества коллектора под действием глинистых минералов, сорбировавших высокомолекулярные углеводороды нефти, практически сводится лишь к потерям нефти на эту адсорбцию и к некоторому уменьшению, вследствие этого, эффективного диаметра пор.

Различное воздействие монтмориллонитов на фильтрационные свойства пород-коллекторов в зависимости от обменных катионов хорошо объясняется концепцией диссоциации катионов, предложенной Дж. Муром (Moog, 1960).

Как известно, набухание монтмориллонитов и деградированных гидрослюд связано с действием натяжения в связи с развитием водных пленок на их базальных поверхностях. Эти водные пленки служат для разъединения силикатных слоев и действуют как смазка между ними. Толщина и ориентировка водных пленок контролируются обменными катионами.

Согласно концепции диссоциации, при контакте глинистого минерала с водой обменные катионы стремятся дислоцировать с поверхности глинистого минерала, давая возможность воде проникнуть внутрь и раздвинуть силикатные слои. С этих позиций катионы H^+ , Ca^{2+} и Mg^{2+} обладают меньшей способностью к диссоциации, чем катионы Na^+ и Li^+ . Поэтому монтмориллониты с ионообменными H^+ , Ca^{2+} и Mg^{2+} образуют более крупные агрегаты с небольшим количеством воды между ними, и молекулы воды будут расположены в строго определенном порядке. Вследствие этого они будут меньше ухудшать фильтрационные свойства пород, чем монтмориллониты с ионно обменным натрием [4].

Образование ориентированных водных пленок на базальной поверхности глинистых минералов изучали также В. Энгельгардт и В. Тунн. Они показали, что с уменьшением концентрации электролитов в растворе у монтмориллонита и иллита увеличивается количество адсорбированной воды, если же концентрация солей в растворах возрастает, то количество связанной воды уменьшается. Каолинит практически не реагирует на изменение концентрации электролитов в растворе.

Однако, необходимо отметить, что в процессе обмена основаниями структура монтмориллонита не изменяется. В зависимости от характера обменных катионов будут изменяться лишь размеры агрегатов частиц монтмориллонита и уменьшаться или увеличиваться количество адсорбированной воды [5].

Влияние минералогического состава зерен

Зерна, состоящие из тяжелых и плотных минералов, будут отложены вместе с минералами такого же веса, т.е. с менее плотными, но более крупными минералами. Такая ситуация приведет к снижению сортированности, и, следовательно, пористости и проницаемости. Зерна, состоящие из неустойчивых или химически незрелых минералов (пироксена, амфибола, слюды, полевого шпата...), будут оказывать влияние на пористость осадочного материала, в котором они находятся. Их неявное изменение вызовет формирование аутигенных глинистых минералов (каолинита, монтмориллонита, иллита, хлорита...), которые будут окружать зерна или проникать в поровое пространство, являясь, таким образом, основной причиной снижения пористости и проницаемости. Но необходимо также учитывать тип и распределение аутигенных глинистых минералов, поскольку они по-другому влияют на проницаемость, что исследовано[9].

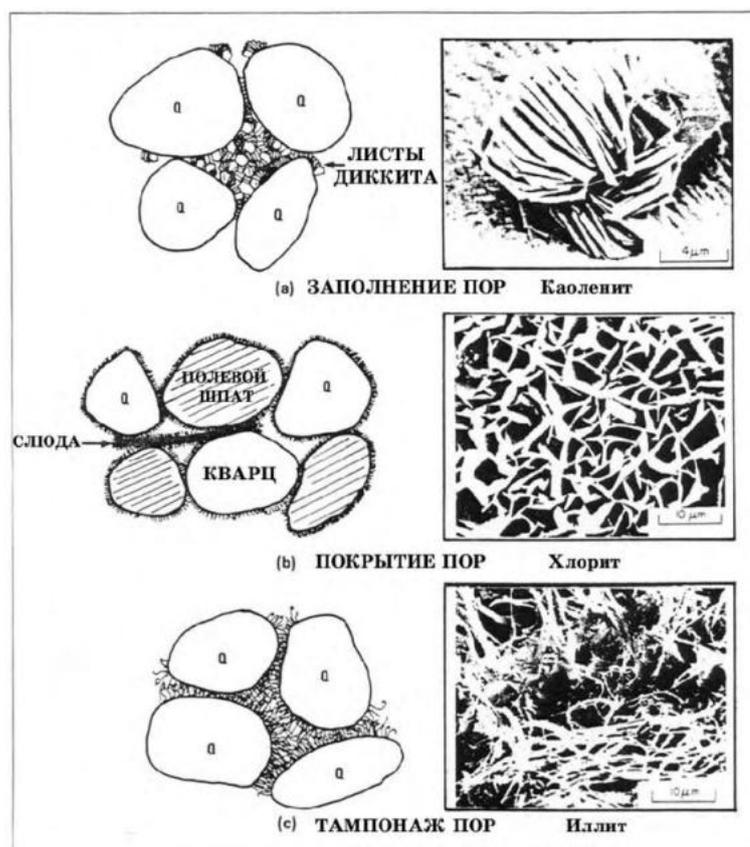


Рисунок 3.5 –Три типа и распределения дисперсных аутигенных глинистых минералов в поровом пространстве

Глинистые минералы в виде отдельных частиц, или глинистые минералы, *заполняющие поры* (например, «листы» каолинита), характеризуются неравномерным распределением в поровом пространстве. Кристаллы могут достигать больших размеров (более 10 $\mu\text{м}$). Поскольку кристаллы растут, поровое пространство и проницаемость уменьшаются, хотя между отдельными пластинками всегда существует некоторая микропористость[9].

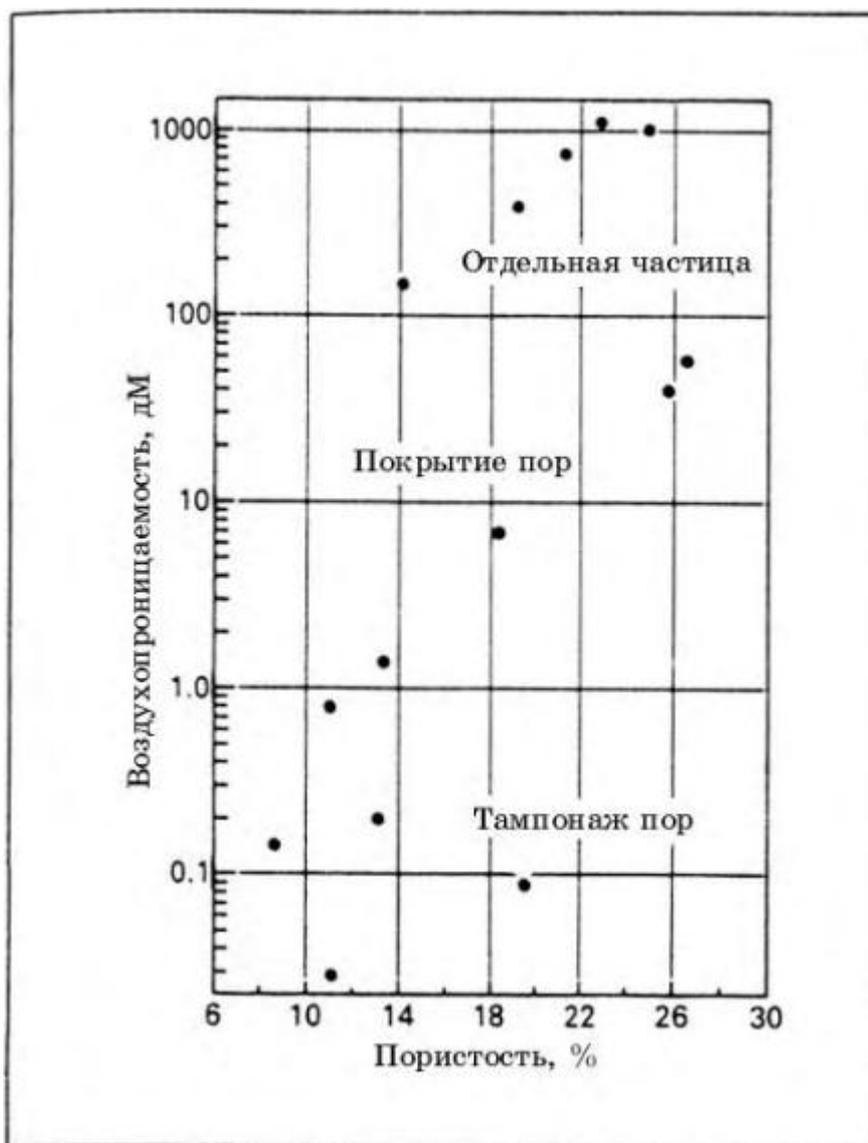


Рисунок 3.6 – Влияние типа распределения аутигенных глинистых минералов на пористость и проницаемость Данные исследования 14 песчаников

Глинистые минералы, *покрывающие поры* (в сущности, иллит, хлорит и монтмориллонит), образуют на стенках пор тонкий слой чешуек, параллельных или перпендикулярных стенке поры, но рост не распространяется далеко в поровое пространство. Между чешуйками может присутствовать значительная микропористость, хотя диаметр пор меньше 1 мм. Этот тип аутигенных глинистых минералов существенно снижает проницаемость, а также влияет на многие электрические свойства породы, поскольку может сильно увеличивать площадь поверхности.

Глинистые минералы, *тампонирующие поры*, в основном волокна иллита связаны по всему поровому пространству. Этот тип является основной причиной снижения проницаемости, поскольку тампонаж проще всего достигается в протоках, а также он снижает размер пор. Влияние на пористость меньше, поскольку микро пористость сохраняется между очень тонкими волокнами.

Из предыдущих замечаний очевидно, что знание типа распределения (чешуйчатое, структурное или дисперсное) и природы глинистых минералов весьма существенно для прогнозирования пределов изменения проницаемости и существования и распределения барьеров проницаемости.

Частицы, образованные растворимыми минералами (кальцитом, доломитом...) являются причиной формирования вторичной пористости, за счет скрытого растворения и удаления раствора гидродинамическими процессами. Они могут также уничтожать пористость и, следовательно, проницаемость, растворяя и образуя цемент путем осаждения новых кристаллов в поровом пространстве[9].

4. ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ

Определение вещественного состава пород-коллекторов является сложной задачей. Проблема изучения глинистых пород и составляющих их явлениях геологических изысканий и разработки месторождений.

Для определения вещественного состава минералов подходят следующие методы [14]:

1. Кристаллооптический метод изучения пород в шлифах и зернах в иммерсии. Цементированные породы изучаются в первую очередь в шлифах, рыхлые в зернах.

2. Химический анализ полный и частичный, а также анализ водных и кислотных вытяжек при определении отдельных элементов и соединений.

3. Спектральный анализ для определения содержания малых и редких элементов.

4. Хроматический анализ – для определения минерального состава глинистых пород и диагностики карбонатных минералов в различных карбонатных породах.

5. Капельный анализ для определения минерального состава глинистых пород.

6. Термический анализ. Метод нагревания и охлаждения минералов с регистрацией изменения температур или разности температур во времени.

7. Рентгеноструктурный анализ. Метод облучения кристаллов рентгеновскими лучами, при котором наблюдается дифракция.

8. Электронная микроскопия.

В данной работе для определения минералов пород – коллекторов рассмотрим наиболее подходящие физико-химические и физические методы исследования осадочных пород: Электронная микроскопия. Метод исследования микроструктуры тел при увеличении до многих сотен тысяч

раз. Для получения увеличенного изображения используется пучок электронов.

4.1 Физические основы методов электронной микроскопии

Электронная микроскопия - это совокупность электронно-зондовых методов исследования микроструктуры твердых тел, их локального состава и микрополей (электрических, магнитных и др.) с помощью электронных микроскопов (ЭМ) - это прибор, благодаря которому возможно получать сильные увеличения объектов, используя направленные пучки электронов. Электронный микроскоп позволяет видеть такие мелкие детали, которые не разрешимы в световом (оптическом) микроскопе. Разрешающая способность электронного микроскопа в $1000 \div 10000$ раз превосходит разрешение традиционного светового микроскопа [15].

Вся необходимая информация, получаемая при использовании методов электронной микроскопии, является анализом результатов рассеяния пучка электронов при прохождении его через объект. В результате проведенного измерения вся необходимая информация выводится на монитор компьютера.

Основным преимуществом использования электронных микроскопов является их исключительно высокая разрешающая способность, которая становится возможной из-за чрезвычайно малой длины волны электронов по сравнению с длинами волн других форм излучения, для которых можно создать оптическую систему [14].

4.1.1 Типы электронных микроскопов

Существуют различные типы электронных микроскопов, отличающиеся принципом действия и характером исследований, которые возможно на них проводить. Наиболее распространены из них следующие.

Электронные микроскопы просвечивающего действия (ПЭМ) предназначены для исследования тонких образцов, не испускающих электроны. В этих приборах созданный с помощью электронной пушки

пучок электронов проходит сквозь исследуемый предмет, как бы просвечивая его. Данный метод достаточно дорогостоящий, поскольку стоимость современных ПЭМ очень велика. Также данный метод очень трудоемкий, потому что для его проведения необходимо подготовить образец в виде очень тонких пластинок толщиной от 1 нм до 10 мкм [16].

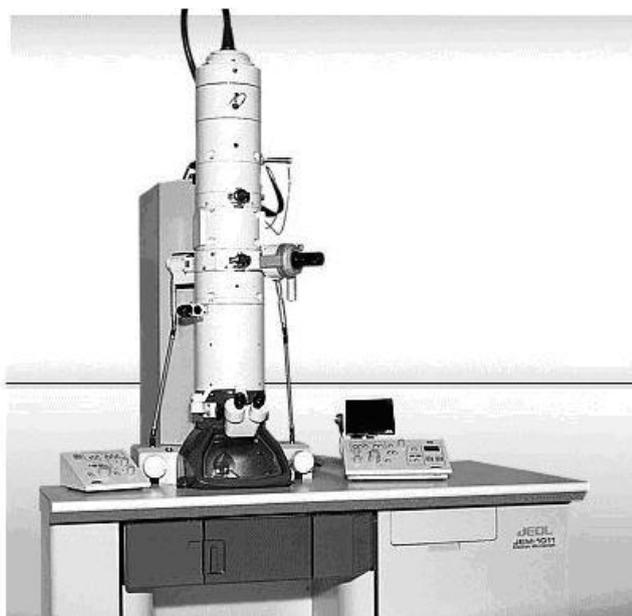


Рисунок 4.1.1 – Общий вид просвечивающего электронного микроскопа JEM-1011

Благодаря электронному микроскопу просвечивающего действия возможно измерение размеров частиц порошка и кристаллитов в поликристаллическом материале, а также ячеек внутри зерна, разделенных достаточно широкими дислокационными границами, которые выявляются при электронно-микроскопическом исследовании [17].

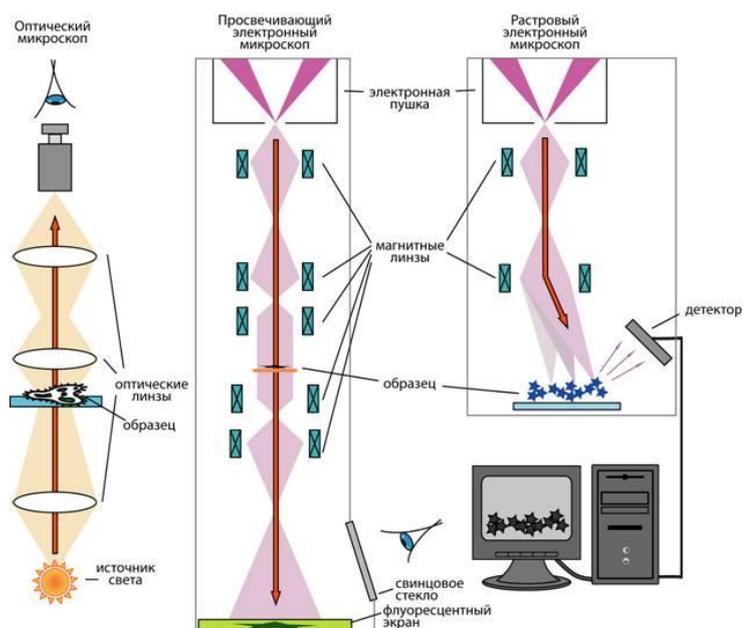


Рисунок 4.1.2 – Схемы оптического, просвечивающего и растрового микроскопа.

Для непосредственного наблюдения массивных образцов, не пропускающих электронные пучки, разработаны особые типы электронных микроскопов.

Эмиссионные электронные микроскопы, в которых изображение формируется электронами, испускаемыми самим исследуемым объектом, используются для изучения поверхности катодов. Образец может испускать электроны в результате нагревания до высокой температуры (термоэлектронная эмиссия), при бомбардировке его электронами или ионами (вторичная эмиссия), под действием облучения светом (фотоэлектронная эмиссия), либо сильного электрического поля (автоэлектронная эмиссия).

Термоэлектронные эмиссионные микроскопы находят применение в основном при изучении металлов и их сплавов, выдерживающих разогрев до высоких температур. Автоэлектронная эмиссия используется в электронных микроскопах-проекторах, где сильное электрическое поле создается вокруг тонкого острого катода, имеющего очень малый радиус кривизны. В этих приборах достигнуто прямое увеличение порядка 1 млн. и разрешение до 10

А. Наибольшее разрешение (2-3 Å) в этом типе приборов получается в ионном проекторе, где изображение создается при помощи ионов водорода, образующихся в непосредственной близости от поверхности образца под действием приложенного поля (автоионизация). При увеличении в несколько миллионов раз автоионный микроскоп позволяет проводить прямое наблюдение атомов на поверхности металлов.

В обычном автоионном микроскопе источник образования ионов и объект наблюдения представлены одним и тем же острым катодом. Разделение их приводит к новому типу прибора – теневому проекционному микроскопу, в котором образец помещается вблизи места, где сечение пучка наименьшее, и его увеличенная тень (от точечного источника по принципу теневой проекции) появляется на экране с увеличением, равным отношению расстояний острие – экран и острие – образец.

Поскольку в случае эмиссионной электронной микроскопии контраст изображения создается не только геометрическим профилем поверхности, но и определенными характеристиками материала (например, коэффициентом вторичной эмиссии при бомбардировке первичными электронами), которые зависят от состава, фазового состояния объекта и его температуры, то с помощью этого типа микроскопов можно получать разнообразную информацию и наблюдать такие явления, как переход вещества из одной модификации в другую, распад твердых растворов, рекристаллизацию и рост зерен, процессы диффузии, плавления и затвердевания, течение некоторых реакций на поверхности металлов.

Для изучения не излучающих электроны образцов используются отражательные, зеркальные и растровые электронные микроскопы[18].

Отражательные электронные микроскопы применяются для формирования изображения пучком электронов, падающих под небольшим углом к поверхности образца и отраженных (рассеянных) неодинаково

различными его участками. В целом оптическая система отражательного электронного микроскопа принципиально близка к таковому микроскопу просвечивающего типа. Поскольку при взаимодействии с поверхностью объекта электроны теряют свою энергию в разной степени, в результате чего отраженный пучок не будет моноэнергетическим, то значительная хроматическая абберация ограничивает разрешение отражательного микроскопа. Другим недостатком этого типа приборов является искажение масштаба изображения в связи с наклонным падением электронного пучка. В то же время скользящее падение пучка обладает и некоторыми достоинствами, например, благодаря ему на изображении заметны мельчайшие неровности поверхности. В связи с возможностью непосредственного наблюдения поверхности непрозрачных образцов этот тип микроскопов находит довольно широкое применение, особенно при исследовании проводниковых и полупроводниковых материалов.

Зеркальные электронные микроскопы служат для непосредственного изучения поверхностей, обладающих неравномерно распределенным электрическим или магнитным полем. На них могут быть получены изображения поверхности различных проводящих веществ, доменной структуры ферро магнитных тел, распределения электрического поля на полупроводниках и т. д. Основной частью микроскопов этого типа является электронное зеркало, от которого отражается электронный пучок, выходящий из пушки. Образцом служит один из электродов электронного зеркала, заряженный отрицательно и создающий тормозящее поле. Отразившиеся от электронного зеркала электроны, пройдя через линзу, дадут на экране изображение образца благодаря тому, что электрическое поле, воздействующее на электроны, по своей конфигурации будет соответствовать микрорельефу всех деталей поверхности образца [17].

Растровые или сканирующие электронные микроскопы применяются для непосредственного исследования непрозрачных объектов. В основу

работы этих приборов положен телевизионный принцип развертки тонкого пучка электронов или ионов по поверхности образца. Изображение в них создается с помощью очень тонкого электронного луча (электронного зонда), формируемого одной или двумя линзами, перемещающегося по поверхности образца и выбивающего из него вторичные электроны. Общее количество идущих от образца рассеянных и вторичных электронов (контраст изображения) зависит от угла падения электронного пучка, т. е. от наклона того или иного участка поверхности к лучу и от состава образца.

Изображение в растровом электронном микроскопе может формироваться и за счет некоторых других явлений, сопровождающих взаимодействие электронного или ионного луча с твердым телом. Несмотря на то, что наилучшее разрешение растрового микроскопа примерно на порядок ниже, чем у просвечивающего (20-50 А), он имеет очень важные области применения. В растровом электронном микроскопе возможно получение большого количества информации об объекте вследствие разнообразных физических явлений, которые сопровождают взаимодействие электронного пучка с веществом [18].

Применение растровых электронных микроскопов имеет целый ряд преимуществ перед приборами просвечивающего типа, главными из которых являются следующие:

- 1) Возможно непосредственно наблюдать массивные образцы без специального их препарирования.
- 2) Изображение в РЭМ характеризуется очень большой глубиной резкости (0,6-0,8 мм).
- 3) Изменение увеличения в РЭМ не влияет на фокус, тем самым упрощает процесс наблюдения объектов исследования.
- 4) В растровом микроскопе значительно меньше тепловое повреждение образцов (даже биологических объектов), поскольку

сканирующий по объекту луч имеет очень малый ток.

При проведении электронно-микроскопических исследований растровые и просвечивающие электронные микроскопы могут эффективно дополнять друг друга. Наиболее широкое применение в исследовании минералогических объектов имеют просвечивающие и растровые электронные микроскопы.



Рисунок 4.1.3 – Общий вид РЭМ JSM 6701F

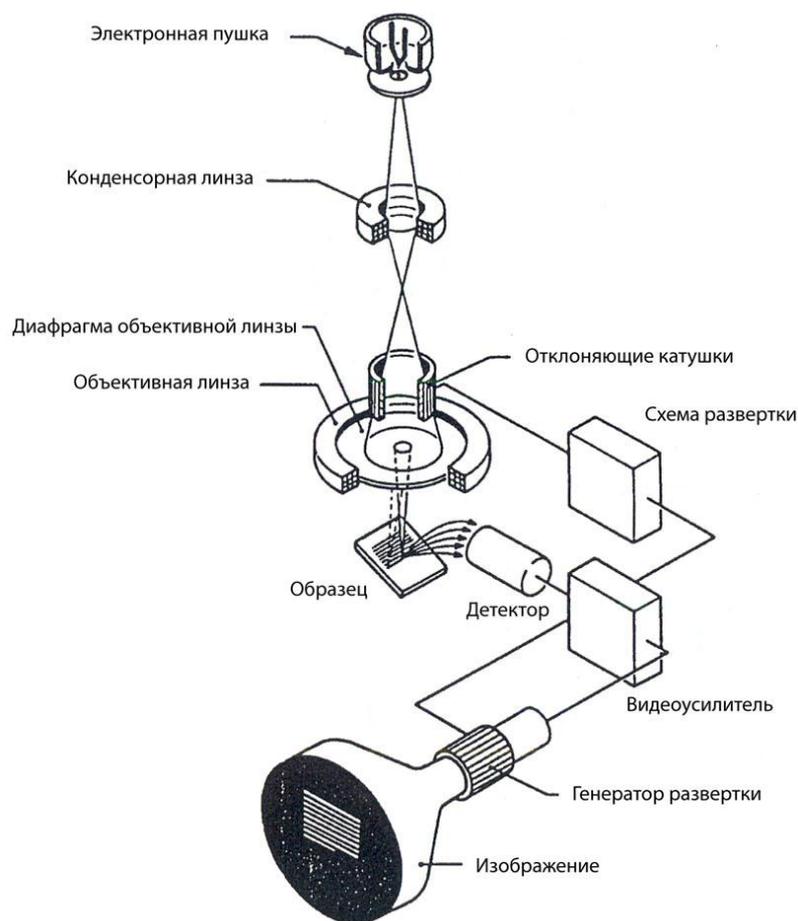


Рисунок 4.1.4 – Схема растрового электронного микроскопа.

Растровый просвечивающий электронный микроскоп – является комбинацией соответственно растрового и просвечивающего электронных микроскопов [19].

Рентгеноспектральный микроанализ

Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА) с электронным зондом (электронный микро зондовый анализ) представляет собой метод химического анализа небольшой области твердотельного образца, в которой сфокусированным пучком электронов возбуждается рентгеновское излучение. Термин «электронно-зондовый микроанализ», или ЭЗМА, является синонимом. Рентгеновский спектр содержит характеристические линии присутствующих элементов, поэтому качественный анализ легко проводится идентификацией линий по длинам волн (или по энергиям

фотонов). Сравнение интенсивностей линий образца с интенсивностями тех же линий в стандарте (чистый элемент или соединение известного состава) позволяет количественно определить содержание элементов. Точность определения достигает 1% (относительная доля), а предел обнаружения достигает десятков ppm ($1 \text{ ppm} = 10^{-4}\%$). При нормальных условиях пространственное разрешение ограничено примерно 1 мкм из-за рассеяния электронов в образце. В результате исследования образец не подвергается разрушению [18].

В РСМА возбуждение первичного излучения происходит подобно возбуждению РЭМ. База для рентгеновского микроанализа – электронно-оптическая система растрового электронного микроскопа.

Качество и количество данных, получаемых с помощью рентгеновского микроанализатора, существенно улучшилось после широкого использования малых ЭВМ в соединении с рентгеновским микроанализатором. Было создано много программ для ЭВМ с целью перевода отношений интенсивностей рентгеновского излучения в химический состав в основном из-за того, что некоторые параметры коррекции были сами функциями концентрации и, следовательно, расчет получался методом последовательных приближений. Некоторые из этих программ могут использоваться с мини-ЭВМ, и состав определяется непосредственно по цифровым данным, полученным из эксперимента. Преимущество быстрого расчета химических составов заключается в возможности оператора более рационально проводить анализ. Кроме того, автоматизация рентгеновского микроанализатора с помощью ЭВМ изменила степень сложности анализа. В связи с этим некоторыми лабораториями были разработаны малые ЭВМ с математическим обеспечением для управления электронным зондом, столиком для образцов и спектрометрами. Преимуществ автоматизации много: в частности, это существенно упрощает проведение массовых количественных анализов, повышает эффективность анализа и освобождает

оператору время для оценки полученных результатов и планирования дальнейших экспериментов [18].

4.1.2 Основные методы электронно-микроскопических исследований минералов

В настоящее время разработаны разнообразные методы электронно-микроскопических исследований, которые успешно применяются и при изучении минералогических объектов. Они могут быть подразделены на две основные группы:

I. Прямые методы, при которых исследуется непосредственно сам объект.

II. Косвенные методы с помощью которых изучаются отпечатки с поверхности образцов, называемые репликами.

4.1.2.1 Прямые методы исследования

К группе прямых методов исследований относятся, с одной стороны, непосредственное изучение объектов в эмиссионных, отражательных и растровых электронных микроскопах и, с другой стороны, исследование образцов в просвечивающих электронных микроскопах, требующее специального их препарирования в результате применения способа суспензий, тонких металлических пленок или ультратонких срезов [19].

Метод суспензий

Этот исторически первый метод в электронно-микроскопическом изучении минералов широко применяется и в настоящее время для наблюдения изолированных частиц главным образом глинистых и других высокодисперсных минералов. Препарирование в этом методе включает следующие операции: 1) подготовка опорных сеток, 2) приготовление пленок-подложек, 3) диспергация образцов, 4) нанесение частиц на пленку-подложку.

В методе суспензий препарат наносится на очень тонкие, прозрачные для электронов пленки-подложки, которые, в свою очередь, помещаются на специальные мелкоячеистые поддерживающие сетки со стороной квадратных отверстий 40-80 мкм.

При больших площадях этих отверстий тонкие пленки-подложки будут разрываться. Опорные сетки чаще всего получают из меди гальваническим способом. Перед употреблением их очищают от окислов и загрязнений в слабом растворе азотной кислоты и промывают в дистиллированной воде и спирте. Специальным пробойником из медной сетки вырезаются кружочки нужного размера (в зависимости от диаметра объект электронного микроскопа), оперируя при этом с ними с помощью хорошо заточенного пинцета [20].

Метод тонких металлических пленок

Получение тонких металлических пленок возможно либо путем химического, электролитического или механического утонения массивных образцов, либо путем наращивания пленок. Кристаллические образцы, которые можно исследовать на просвет в электронном микроскопе, должны иметь почти параллельные стороны, быть достаточно тонкими и обладать чистой полированной поверхностью. При этом прозрачность образцов зависит прежде всего от атомного номера элементов [20].

Метод ультратонких срезов

Это «сухой» метод препарирования, относящийся к прямым способам электронно-микроскопического исследования различных объектов, в том числе и массивных минеральных образцов, приготавливаемых в виде тонких срезов толщиной от 100 до 1000 Å, которые получают при помощи специальных приборов – ультрамикротомов. Резка мягких образцов осуществляется с помощью стеклянных ножей, а для получения тонких срезов твердых материалов (включая большинство минералов) требуется

применение алмазных ножей с углами резания от 45 до 60° [21].

4.1.2.2 Косвенные методы исследования

Косвенные методы исследования применяются при изучении в просвечивающем электронном микроскопе поверхности массивных, не прозрачных для электронов объектов.

Метод реплик

В том случае, когда приготовление просвечиваемых препаратов из исследуемых образцов невозможно или нецелесообразно, используют метод отпечатков-реплик,готавливаемых в виде тонких пленок из материала, отличного от материала объекта, и точно передающих рельеф поверхности. Суть метода заключается в следующем: на поверхность образца наносится очень тонкий слой вещества, который в последствии отделяется от образца и излучается на просвет в электронном микроскопе. Основная задача в процессе репликования состоит в том, чтобы максимально точно отображали поверхностную топографию образца. Получать реплики можно как с отдельных минеральных частиц и сколов минералов и их агрегатов, так и с поверхности полированных шлифов. Главным требованием к поверхности образцов, изучаемых методом реплик, является наличие некоторого расчлененного, но не слишком грубого микрорельефа [21].

Метод декорирования

Декорирование исследует не только геометрическую структуру поверхностей, но и микрополя, обусловленные наличием дислокаций, скопления точечных дефектов, ступени роста кристаллических граней, доменную структуру и т. д. Суть метода: на поверхность образца распыляется тонкий слой декорирующих частиц, которые осаждаются обычно в местах сосредоточения микрополей, в последствии снимается реплика с включениями декорирующих частиц. В результате благодаря частицам декорирующего вещества становятся видимыми тончайшие

особенности микрогеометрии поверхности объектов, которые остались бы не выявленными при обычном методе реплик. Кроме того, поскольку зародышеобразование и рост кристаллов декорирующих веществ происходят избирательно на электрически активных центрах поверхности твердых тел, в первую очередь на точечных дефектах и их скоплениях, то методами декорирования возможно визуализировать эти активные элементы электрического рельефа и проследить изменение его в результате физических и химических воздействий [21].

4.2 Определение глинистых минералов с помощью СЭМ по структуре

Электронно-электронная микроскопия высокого разрешения является мощным инструментом в характеристике структуры и химического состава глинистых минералов. Тщательный контроль условий работы электронной микроскопии позволяет получать изображения кристаллической структуры в образах решетчатой полосы в микро- и нано масштабном диапазоне. Изображения создаются, когда дифрагированный электронный пучок комбинируется с нераспространенным электронным пучком через систему линз [12].

В этом методе блок породы облучается тонким зондом из электронов высокой энергии, которые генерируют ряд излучений на поверхности. Среди них обратные рассеянные электроны, вторичные электроны и рентгеновские фотоны - все эти излучения могут быть обнаружены и их число определяется количественными измерениями. При правильном применении допускается точное определение химического состава, хотя невозможно определить кристаллическую структуру с помощью методов дифракции. Электронное пятно в электронном микрозонде имеет размер порядка 1 или 2 микрометра, обычно, но из-за дисперсии электронов и флуоресцентных явлений эффективный размер анализа составляет около пяти микрометров или больше. Таким образом, невозможно измерить химический состав частиц,

меньших этого. Так как многие глинистые частицы существуют в отдельных кристаллитах намного меньше 5 мкм.

Сканирующий электронный микроскоп устраняет некоторые ограничения электронного микроскопа. Он предлагает возможность улучшения пространственного разрешения, поскольку размер пятна электронов меньше; Хорошо выровненное SEM предлагает разрешение поверхности в несколько сотен ангстрем. С его помощью можно определить морфологию и взаимосвязь органического вещества и связанных с ним минералов. Кроме того, современные сканирующие электронные микроскопы используют вспомогательную энергодисперсионную рентгеновскую аналитическую систему для определения химического состава. Таким образом, химический состав мелких частиц может быть измерен с большой точностью, по крайней мере, для многих важных элементов, металлов и особенно серы. Тем не менее, его полезность снижается, поскольку дифракция электронов в сканирующем электронном микроскопе невозможна, и, таким образом, одновременное определение кристаллической структуры рассматриваемой конкретной частицы невозможно. Несмотря на это, он часто используется с эффективностью.

Проведен эксперимент, чтобы определить неизвестный глинистый минерал в представленном образце. Исследование проводилось в кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Hitachi S-3400N. Пробы исследовались при низком вакууме в режиме обратно-рассеянных электронов. Пучок энергетических электронов (20 кэВ) фокусируется на поверхности приготовленного образца минерала. Это образец должен быть маленьким - диаметр 0,5-1 см и быть тщательно обезжирен и с помощью проводящего фиксатора закреплен на столике микроскопа. (См. рисунок 4.2.1).



Рисунок 4.2.1 –СЭМ Hitachi S-3400N и образец исследования

Установлен образец в камере микроскопа. Включено ускоряющее напряжение. Отъюстирована электронно-оптическая система микроскопа. При соударении с образцом некоторые бомбардирующие электроны отражаются от тонкого поверхностного слоя, глубиной около 1 мкм, почти аналогично отражаемому поверхностью видимому свету. Такие электроны обратного рассеяния легко определяются и используются для получения топографии поверхности образца (см. рисунок 4.2.2). Изменяя параметр «фокус» с помощью средств программного обеспечения микроскопа, добиваются максимально сфокусированного изображения поверхности образца, так и получением четкого изображения. Эта установка, в отличие от оптического микроскопа, позволяет увидеть даже при небольших увеличениях (в 300 раз).

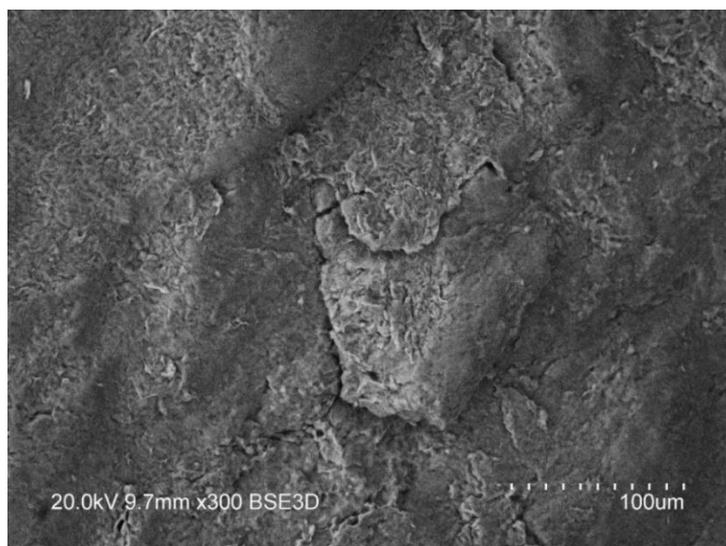


Рисунок 4.2.2 – СЭМ- фотография образца глинистого минерала, увеличение 300х.

При увеличении масштаба до 1500 раз, получена четкая фотография поверхностной структуры (рисунок 4.2.3). По сравнению с определенными образцами (см. приложение В), можно увидеть, что структура данного образца совпадает со структурой монтмориллонита (см. рисунок 4.2.4). Следовательно, можно сделать вывод что, данной образец глинистого минерала является монтмориллонитом.

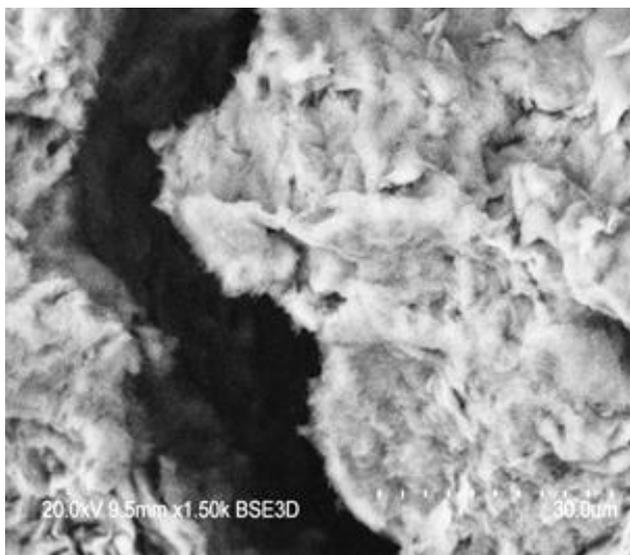


Рисунок 4.2.3 – СЭМ- фотография образца глинистого минерала, увеличение 1500х.

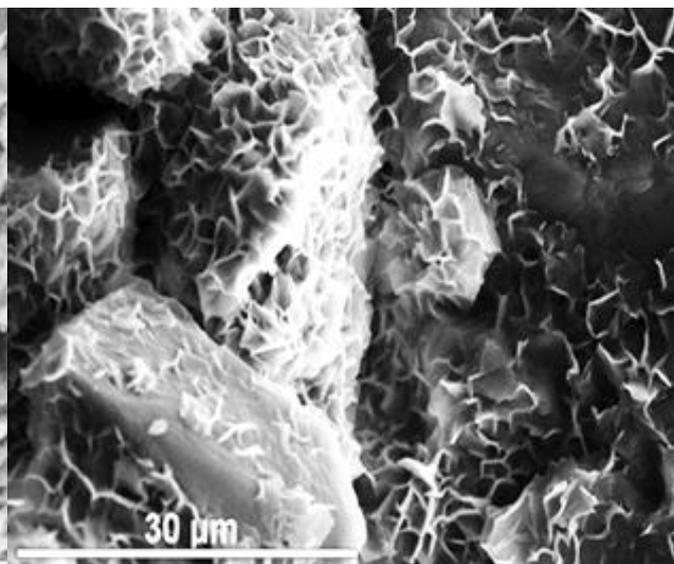


Рисунок 4.2.4 – СЭМ- фотография монтмориллонита – Университет Комплутенсе Мадрид, Испания

4.3 Определение минералы помощью СЭМ по составу скважинной породы.

Почти все образцы из скважины являются смесями, и их фотографии структуры не очень хорошо видны. Так что придется использовать вспомогательную энергодисперсионную рентгеновскую аналитическую систему для определения химического состава. Таким образом, химический состав мелких частиц может быть измерен с большой точностью, по крайней мере, для многих важных элементов, металлов. Тем не менее, его полезность снижается, поскольку дифракция электронов в сканирующем электронном микроскопе невозможна, и, таким образом, одновременное определение кристаллической структуры рассматриваемой конкретной частицы невозможно. Несмотря на это, он часто используется с эффективностью.

Проведен эксперимент, чтобы определить минеральный состав породы из месторождения. Исследование проводилось на кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Hitachi S-3400N. Для этого анализа были отобраны некоторые образцы, и они были проанализированы в количественном выражении с использованием рентгеновских дифракционных инструментов для их минеральных составов.

4.3.1 Образец XY– скважина № АВ, АА месторождение

Образец нужно расколоть в гладкий порошок. Образец должен быть тщательно обезжирен и с помощью проводящего фиксатора закреплен на столике микроскопа. Все операции с образцом, а также операции в вакуумной камере электронного микроскопа проводятся в перчатках. Включать ускоряющее напряжение. Отъюстировать электронно-оптическую систему микроскопа. Добивать наиболее резкого и сфокусированного изображения поверхности.

Это образец является черным и гладким на поверхности. При увеличении масштаба до 1400 раз, получена фотография этого образца.

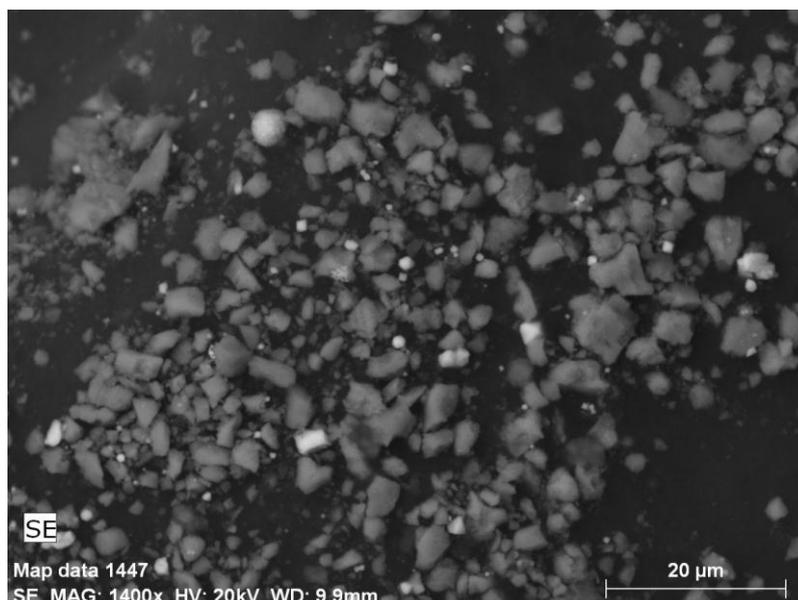


Рисунок 4.3.1.1 – СЭМ- фотография образца № ХУ, скважина № АВ, АА месторождение с масштабом 1400.

Так как определить кристаллическую структуру рассматриваемой конкретной частицы невозможно поэтому использовать вспомогательную энергодисперсионную рентгеновскую аналитическую систему для определения элементного состава.

В настоящее время нет общей схемы классификации минерального состава порода в нефтегазовой месторождении. Для удобства анализа в этой работе главные минералы разделены на четыре категории:

- Обломочные минералы, включая кварц, плагиоклаз, калиевый полевой шпат и т. д;
- Карбонатные минералы, включая кальцит и доломит;
- Глинистые минералы, в том числе иллиты, смектиты, хлориты, каолиниты...;
- Другие минералы, такие как пирит (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Классификация минеральных составов порода в нефтегазовой месторождении.

Основной минерал	Спецификация минералов	Химические формулы
Обломочные	Кварц Плагиоклаз Полевой шпат	SiO_2 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{Ca}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)_2$ $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
Карбонатные	Кальцит Доломит	CaCO_3 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$
Глинистые	Каолинит Монтмориллонит Иллиты Смектиты Хлориты	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ $(\text{Na}, \text{Ca})_{0,3}(\text{Al}, \text{Mg})_{0,3}\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ $(\text{K}_{0,75}(\text{H}_3\text{O})_{0,25})\text{Al}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}((\text{H}_2\text{O})_{0,75}(\text{OH})_{0,25})_2$ $((\text{Mg}_{0,33}\text{Al}_{0,67})_2(\text{OH})_2(\text{Si}_2\text{O}_5)_2 \cdot \text{Na}_{0,33}(\text{H}_2\text{O})_4$ $(\text{Mn}, \text{Al})_6(\text{OH})_8(\text{SiAl})_2$
Другие	Пирит Сфалерит	FeS_2 ZnS

Для подтверждений элементного состава было проведено картирование распределение элементов по поверхности. Если наложить карты распределения химических элементов то получим, что светлая фаза состоит из одного элемента и темная – это других. Получены карты распределения кремния, кислорода, железа, сера, кальция, магния, калия и алюминия.

Согласно таблице 4.1, кремний и кислород являются основными элементами обломочных минералов. Комбинируя изображение 4.3.1.2 и 4.3.1.3, можно видеть области, которые имеют и железный цвет и красный цвет (это кремний и кислород), поэтому эти области могут содержать обломочные минералы. Попробуем проанализировать некоторые точки в перекрывающемся зеленом и красном цвете, чтобы проверить предыдущее предположение.

Известно, что значение энергии характеристических линий для разных химических элементов хорошо известны, и слабо зависят от химического соединения, что позволяет качественно анализировать элементный состав

образца. Интенсивности характеристических линий определяются концентрацией атомов соответствующего химического элемента и используются для количественного анализа состава образца.

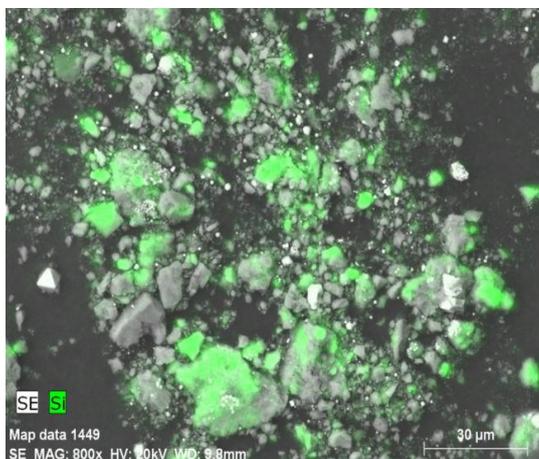


Рисунок 4.3.1.2– Карта распределения Кремния

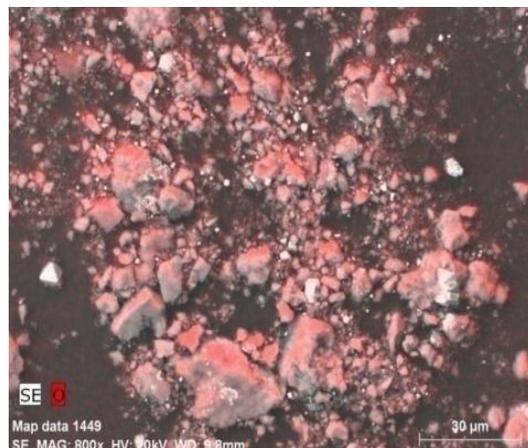


Рисунок 4.3.1.3 – Карта распределения Кислорода

Рисунок 4.3.1.4 показывает детальный анализ первой точки. По спектру рассеивания энергии можно предложить, что в состав этой части входят кислород, кремний, железо, кальций, магний, калий и алюминий, в котором кислород занимает 42,5%, кремний занимает 25%, а другие только занимают небольшие проценты. Можем подтвердить, что частица является кварцем.

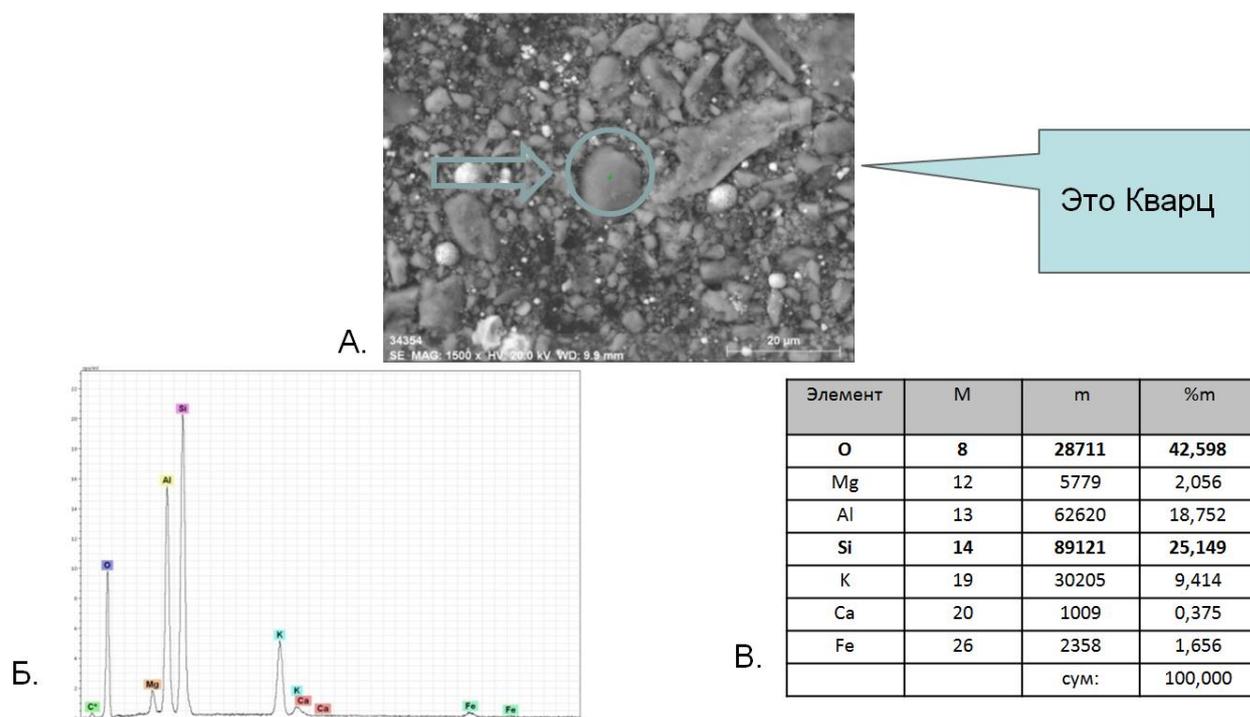


Рисунок 4.3.1.4 – А) Выбранная точка для проверки №1;
 Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;

Рисунок 4.3.1.5 показывает детальный анализ второй точки. По спектру рассеивания энергии можно предложить, что в состав этой части входят кислород, кремний, железо, кальций, магний, калий и алюминий, в котором кислород занимает 55%, кремний занимает 18% алюминий занимает 9%, а другие только занимают небольшие проценты. Сравниваем с химическими формулами в таблице 3, можем подтвердить, что частица является плагиоклазом.

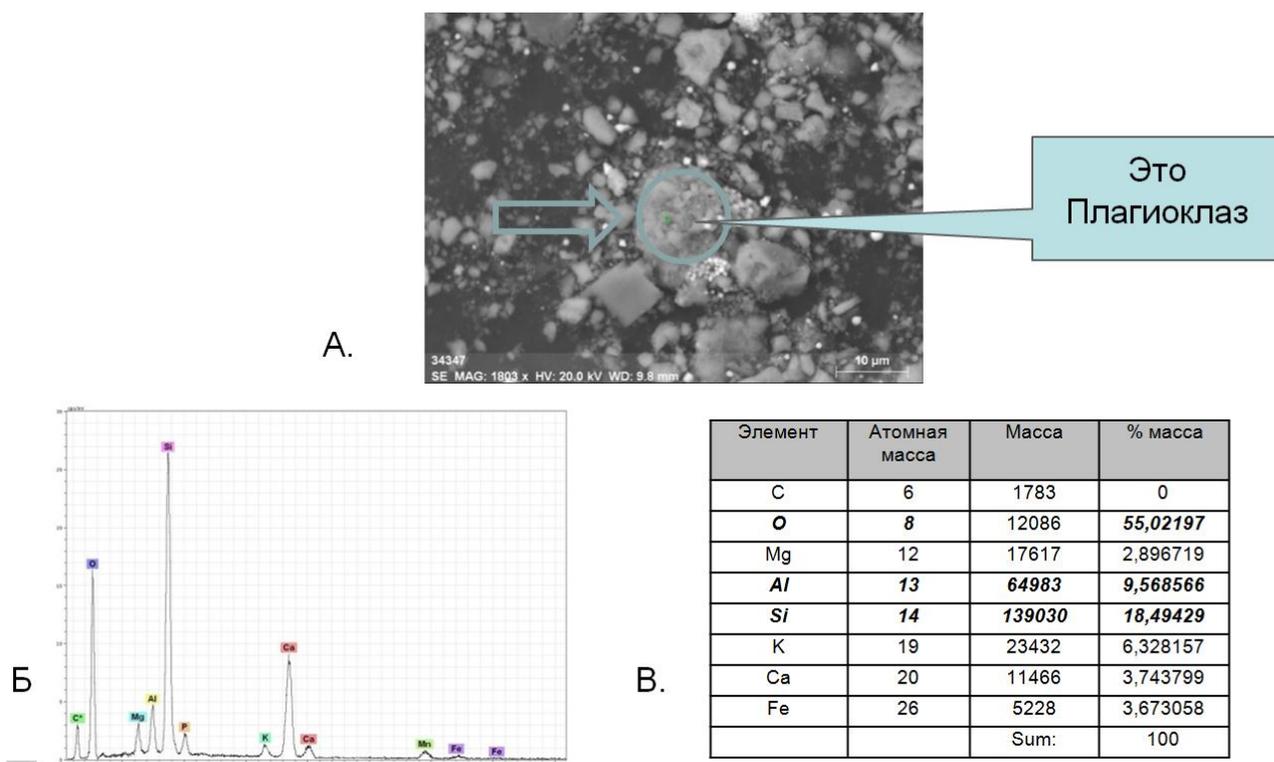


Рисунок 4.3.1.5 – А) Выбранная точка для проверки № 2;

Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;

Рисунок 4.3.1.6 показывает детальный анализ третьей точки. По спектру рассеивания энергии можно предложить, что в состав этой части входят кислород, кремний, железо, кальций, магний, калий и алюминий, в котором кислород занимает 49,9%, кремний занимает 10,3% кальций занимает 16,3% а другие только занимают небольшие проценты. Сравниваем с химическими формулами в таблице 3, можем подтвердить, что, частица является полевым шпатом.

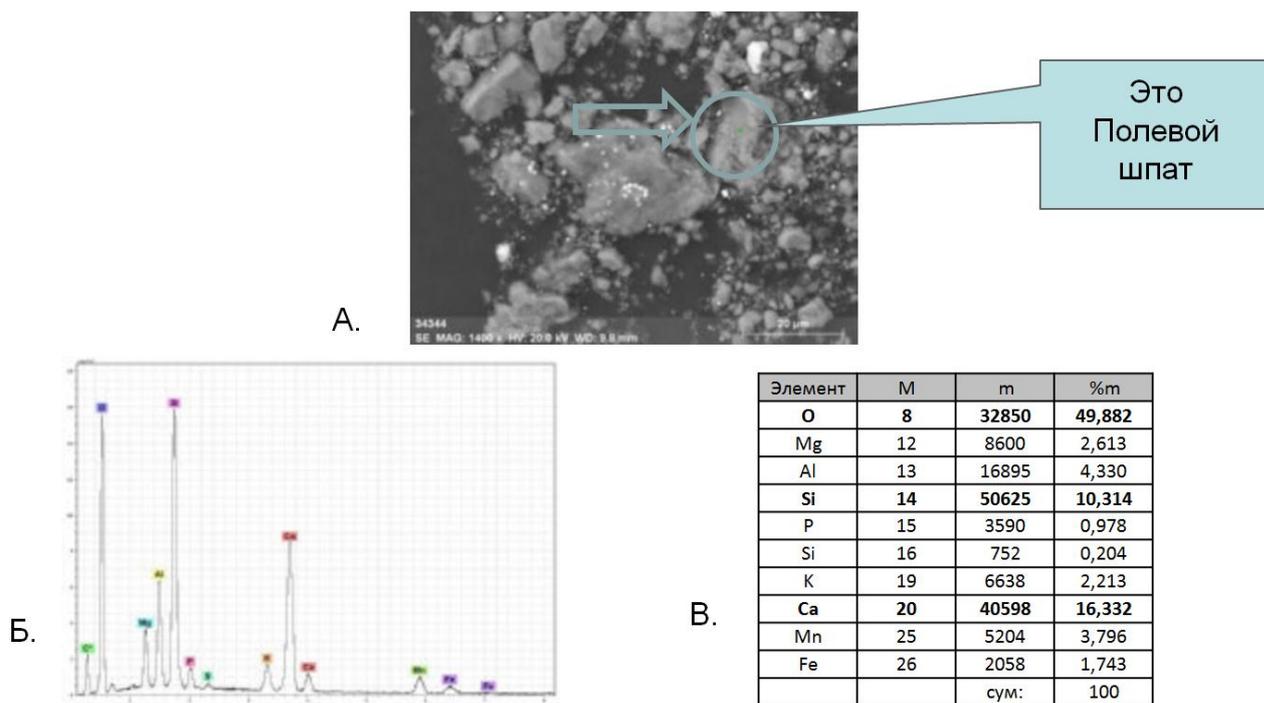


Рисунок 4.3.1.6 – А) Выбранная точка для проверки № 3;
 Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;

Рисунок 4.3.1.7 показывает детальный анализ четвертой точки. По спектру рассеивания энергии можно предложить, что в состав этой части входят кислород, кремний, железо, кальций, магний, калий и алюминий, в котором кислород занимает 47,7%, кремний занимает 8,6% кальций занимает 23,3%, а другие только занимают небольшие проценты. Сравниваем с химическими формулами в таблице 3, можем подтвердить, что, частица является полевым шпатом.

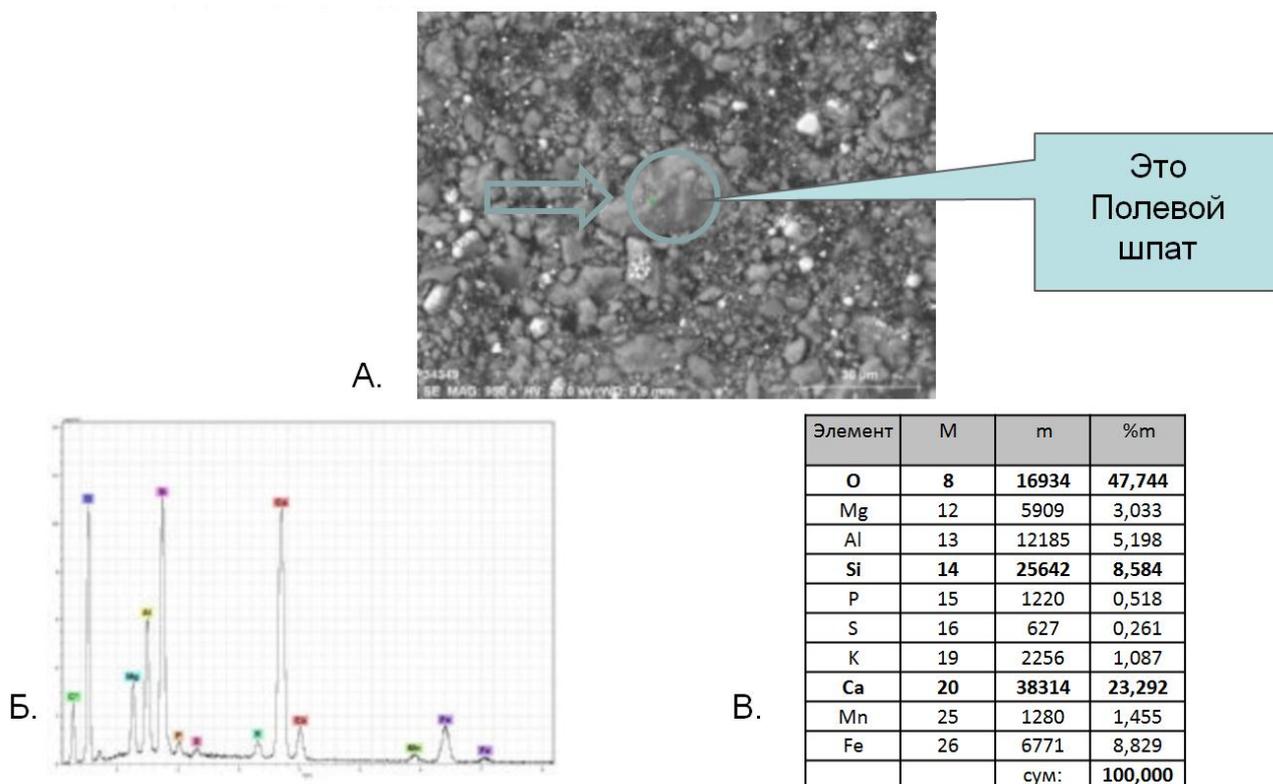


Рисунок 4.3.1.7 – А) Выбранная точка для проверки № 4;
 Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;

Вывод: Пятая частица так же является полевым шпатом.

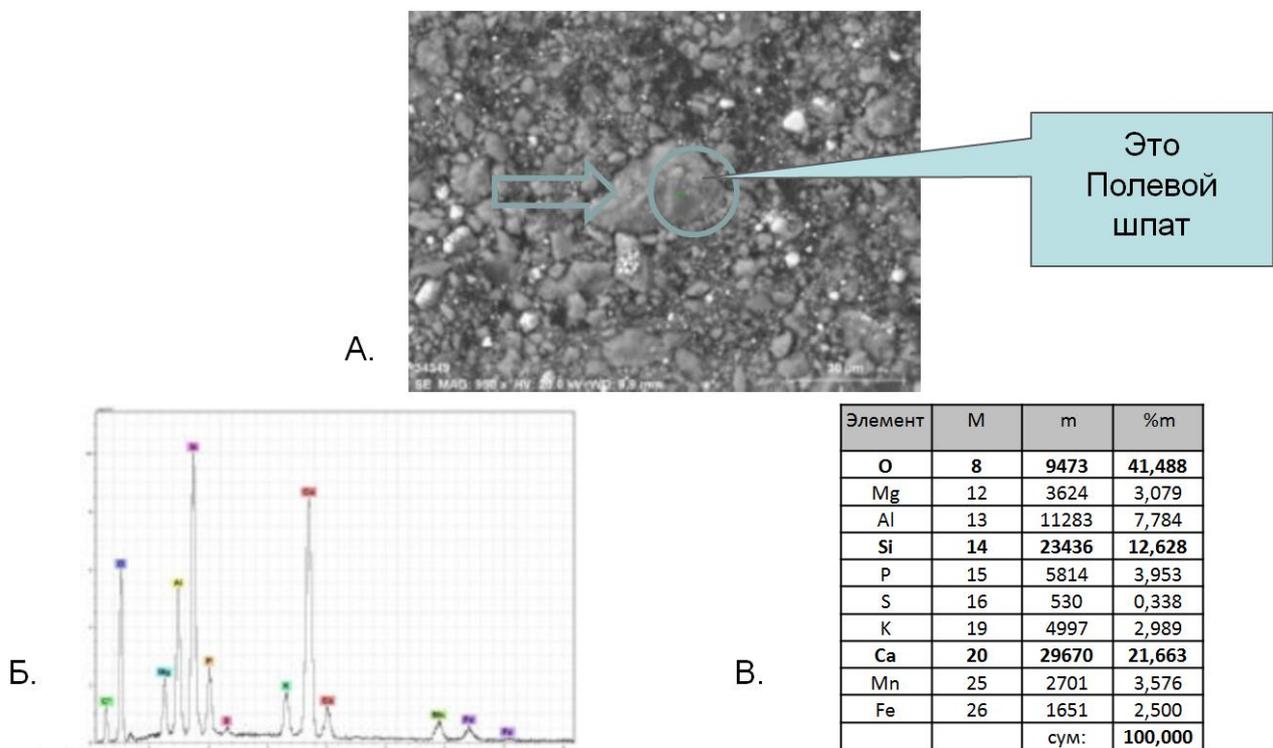


Рисунок 4.3.1.8 – А) Выбранная точка для проверки № 5;
 Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;

Согласно таблице 4.1, железо и сера являются основными элементами обломочных минералов. Комбинируя изображение 4.3.1.9 и 4.3.1.10, можно видеть области, которые имеют и фиолетовый цвет и желтый цвет (это железо и сера), поэтому эти области могут содержать пириты. Попробуем проанализировать одна точка в перекрывающемся фиолетовом и желтом цвете, чтобы проверить предыдущее предположение.

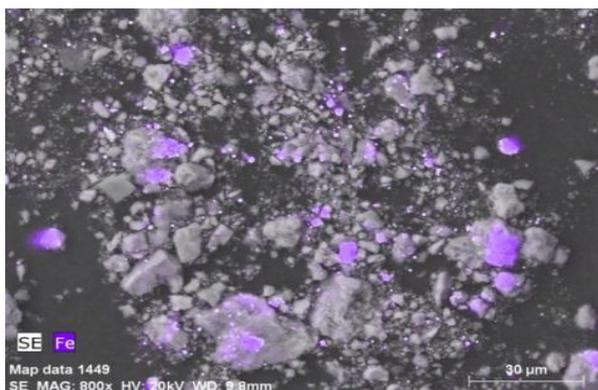


Рисунок 4.3.1.9 – Карта распределения Железа

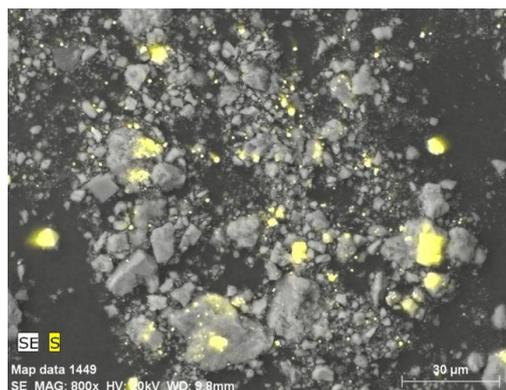


Рисунок 4.3.1.10 – Карта распределения Серы

Рисунок 4.3.1.11 показывает детальный анализ шестой точки. По спектру рассеивания энергии можно предложить, что в состав этой части входят железо, сера, кислород, кремний, кальций, магний, калий и алюминий, в котором железо занимает 38%, сера занимает 32%, а другие только занимают небольшие проценты. Сравниваем с химическими формулами в таблице 3, можем подтвердить, что, частица является пиритом.

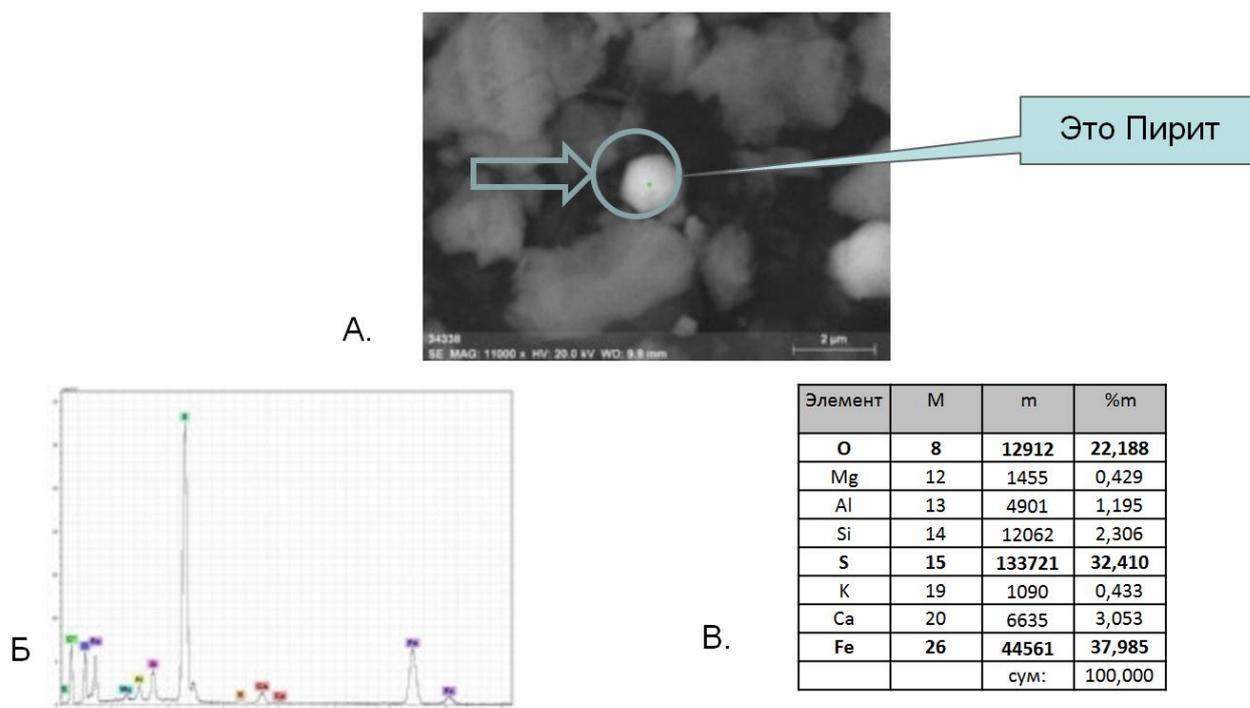


Рисунок 4.3.1.11 – А) Выбранная точка для проверки № 6;
 Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;

Согласно таблице 4.1, кальций, магний и кислород являются основными элементами карбонатных минералов. Комбинируя изображение 4.3.1.12, 4.3.1.13 и 4.3.1.14, можно видеть области, которые имеют зелёный, красный и желтый цвет (это магний, кислород и кальций), поэтому эти области могут содержать карбонатные минералы. Попробуем проанализировать одна точка в перекрывающемся зелёном, желтом и красном цвете, чтобы проверить предыдущее предположение

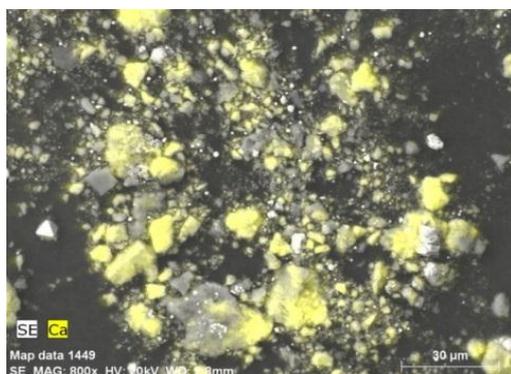


Рисунок 4.3.1.12 – Карта
 распределения
 Кальция

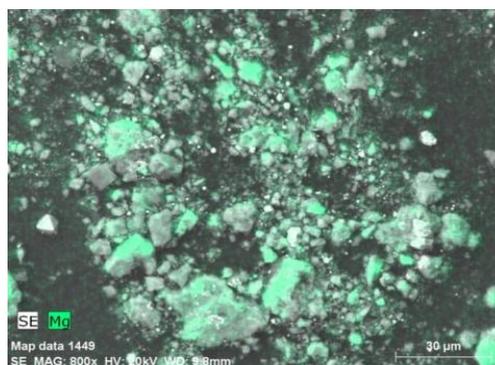


Рисунок 4.3.1.13 – Карта
 распределения Магния

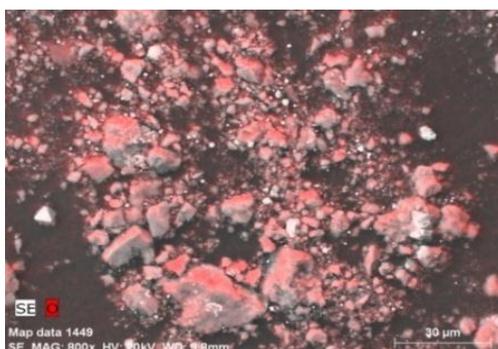


Рисунок 4.3.1.14 – Карта распределения Кислорода

Рисунок 4.3.1.15 показывает детальный анализ седьмой точки. По спектру рассеивания энергии можно предложить, что в состав этой части входят кислород, кремний, железо, кальций, магний, марганец и алюминий, в котором кислород занимает 60%, кальций занимает 25,6%, магний занимает 23,3%, а другие только занимают небольшие проценты. Сравниваем с химическими формулами в таблице 3, можем подтвердить, что, частица является доломитом.

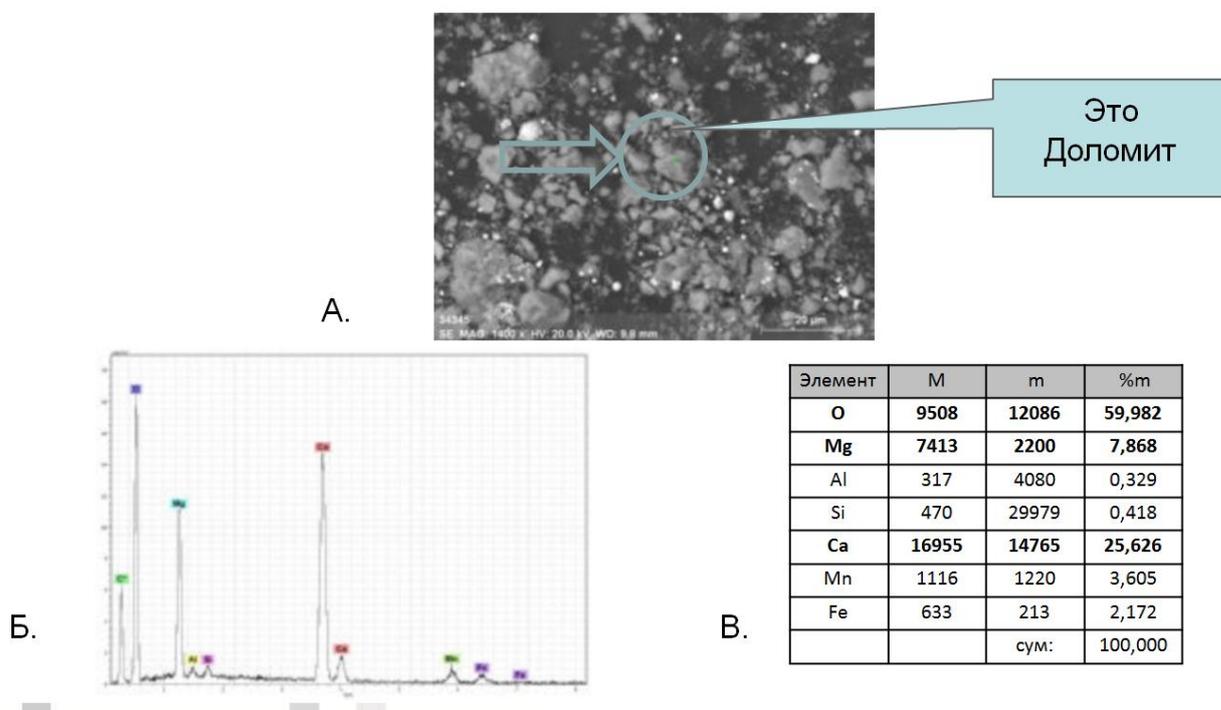


Рисунок 4.3.1.15 – А) Выбранная точка для проверки № 7;
 Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;

Согласно таблице 3, кремний, кислород, алюминий и калия являются основными элементами глинистых минералов. Комбинируя изображение 4.3.1.16, 4.3.1.17, 4.3.1.18 и 4.3.1.19, можно видеть области, которые имеют красный, зелёный, фиолетовый и синий цвет (являются кислородом, кремнием, калием и алюминием), поэтому эти области могут содержать глинистые минералы. Попробуем проанализировать некоторые точки в перекрывающемся этим цвете, чтобы проверить предыдущее предположение.

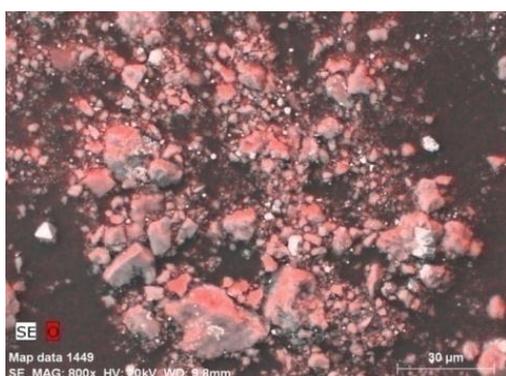


Рисунок 4.3.1.16 – Карта распределения Кислорода

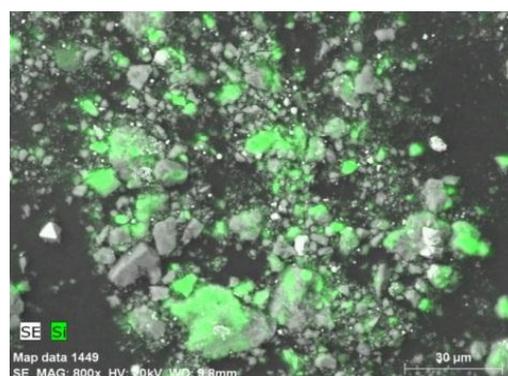


Рисунок 4.3.1.17 – Карта распределения Кремния

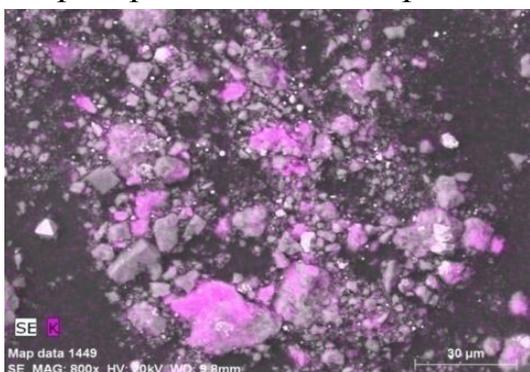


Рисунок 4.3.1.18 – Карта распределения Калия

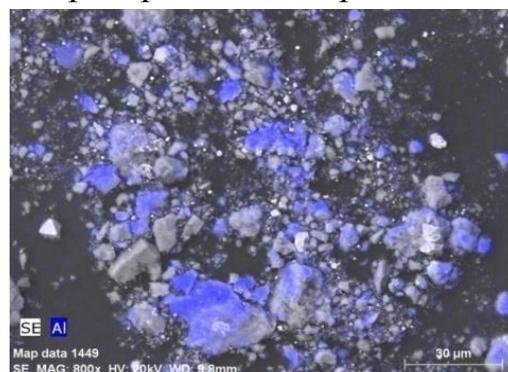


Рисунок 4.3.1.19 – Карта распределения Алюминия

Рисунок 4.3.1.20 показывает детальный анализ восьмой точки. По спектру рассеивания энергии можно предложить, что в состав этой части входят кислород, натрий, кремний, железо, кальций, магний, хлорид и алюминий, в котором кислород занимает 55%, алюминий занимает 9,6% и кремний занимает 18,5%, то можем сказать, что, частица является глинистым минералом. Кроме того, состав этой частице содержит 3% магния, 18,5% кремния и 0,3% натрия. Сравниваем с химическими формулами в таблице 3, можем подтвердить, это монтмориллонит.

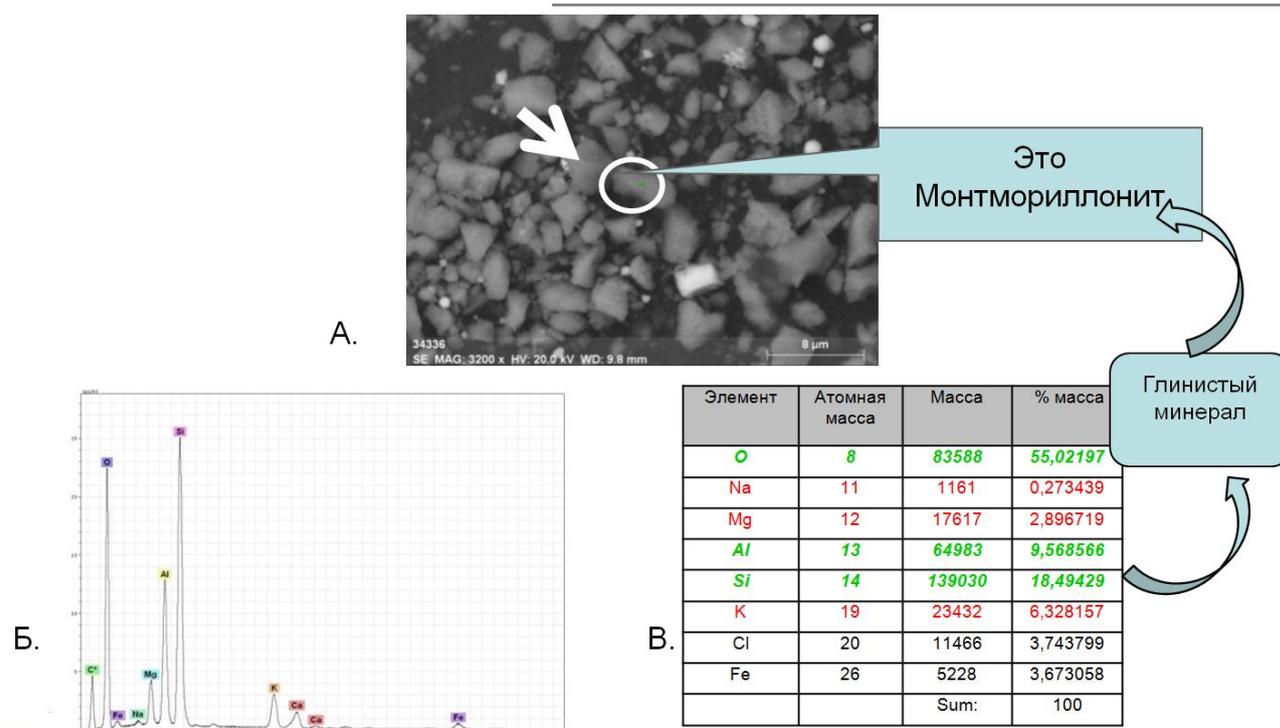


Рисунок 4.3.1.20 – А) Выбранная точка для проверки № 8;
 Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;

Рисунок 4.3.1.21 показывает детальный анализ девятой точки. По спектру рассеивания энергии можно предложить, что в состав этой части входят кислород, сера, кремний, железо, кальций, магний, хлорид и алюминий, в котором кислород занимает 38,4%, алюминий занимает 19,2% и кремний занимает 23,1%, то можем сказать, что, частица является глинистым минералом. Кроме того, состав этой частице содержит 9% калия. Сравниваем с химическими формулами в таблице 3, можем подтвердить, что, это иллит.

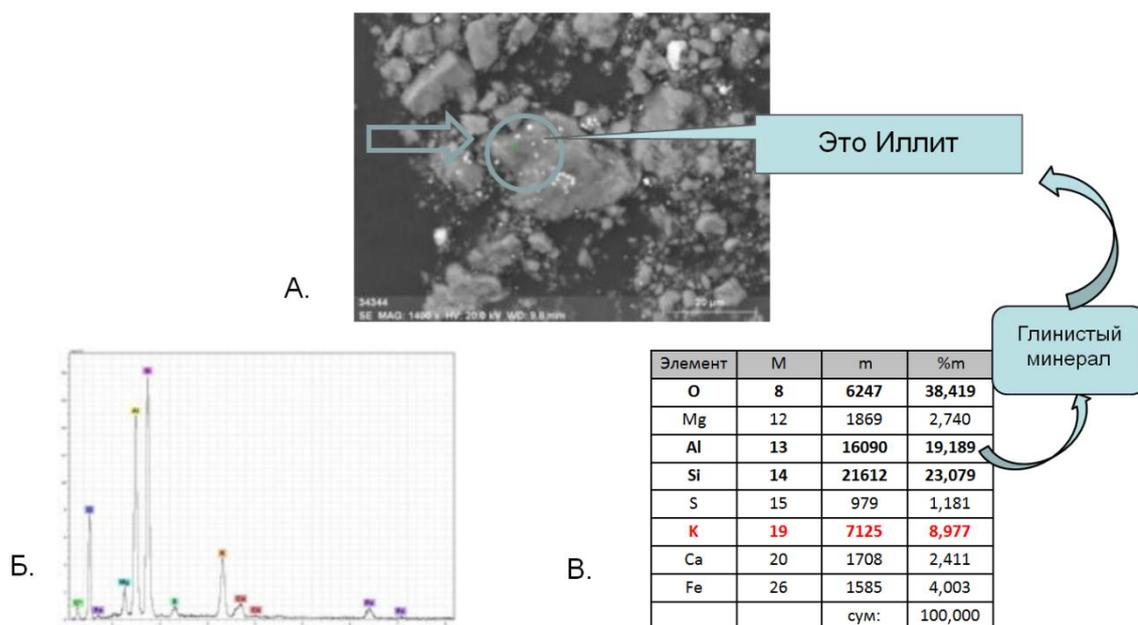


Рисунок 4.3.1.21 – А) Выбранная точка для проверки № 9;
 Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;

Рисунок 4.3.1.22 показывает детальный анализ девятой точки. По спектру рассеивания энергии можно предложить, что в состав этой части входят кислород, кремний и алюминий с большим количеством, также существует калий, кальций, магний и натрий с меньшим процентом. Сравниваем с химическими формулами в таблице 3, можем подтвердить, что, это является монтмориллонитом.

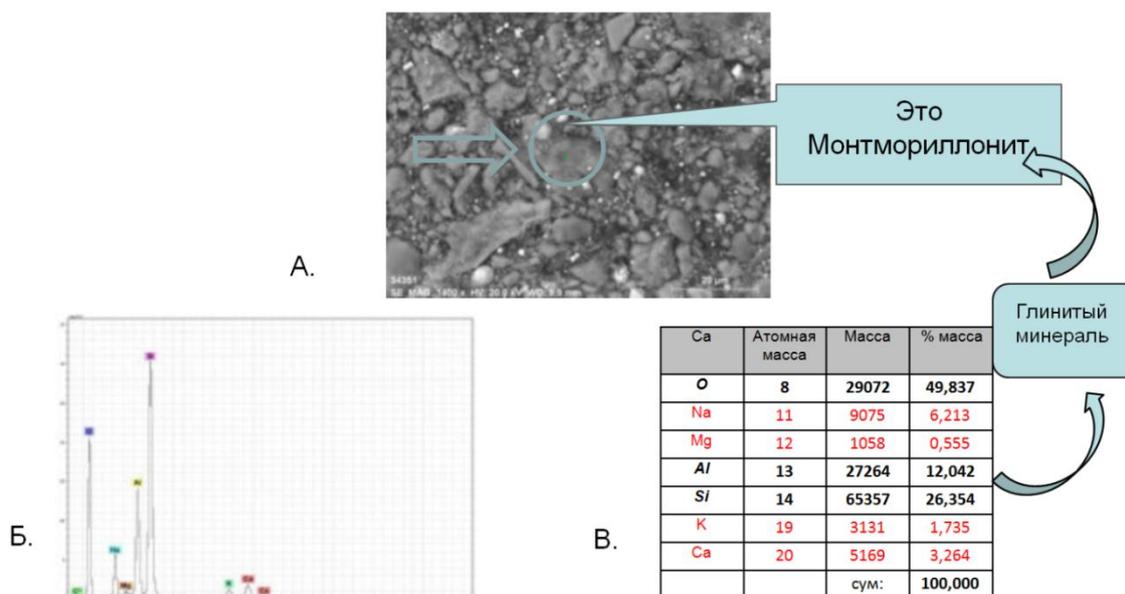


Рисунок 4.3.1.22 – А) Выбранная точка для проверки № 10;
 Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;

В результате, в соответствии с элементарным составом и их распределением выделены следующие частицы минералы:

- Частица кварца
- Частица плагиоклаза
- Частицы полевого шпата (рис 21, 22, 23)
- Частица пирита
- Частица доломита
- Частицы монтмориллонита
- Частица иллита

4.3.2 Образец № XY– скважина № АВ, АА месторождение.

Продолжен определять состав минералы тем же способом другого образца, и получен результат: В составе пород обнаружат только известняк и пирит.

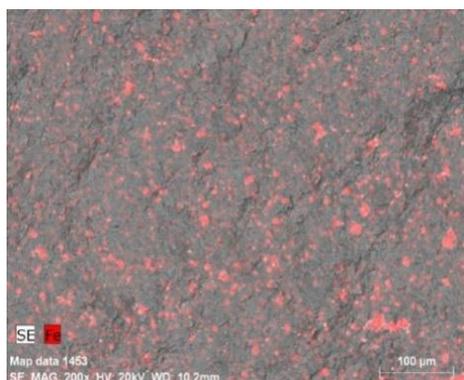


Рисунок 4.3.2.1 – Карта распределения Железа

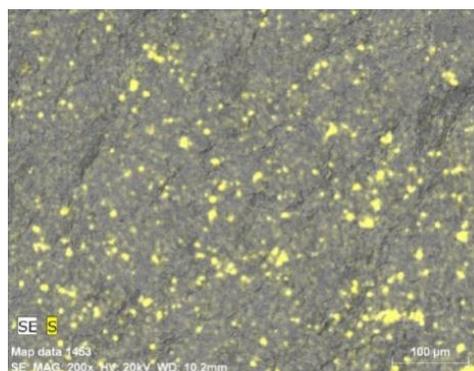


Рисунок 4.3.2.2 – Карта распределения Сера

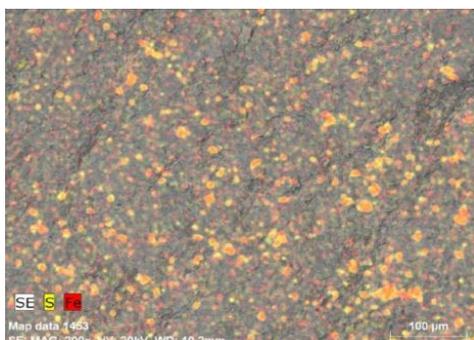
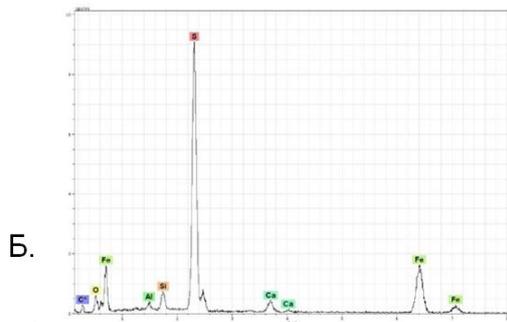
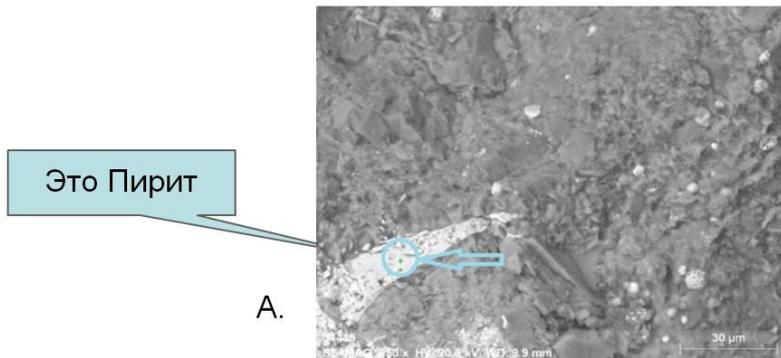


Рисунок 4.3.2.3 – Карта распределения Железа и Сера



В.

Элемент	M	m	%m
O	8	900	10,67
Al	13	381	0,57
Si	14	1498	1,64
S	16	28559	42,77
Ca	20	1525	4,10
Fe	26	8267	40,25
		сум:	100,00

Рисунок 4.3.2.4 – А) Выбранная точка для проверки № 1;
 Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;



Рисунок 4.3.2.5 – Карта
 распределения Кислорода

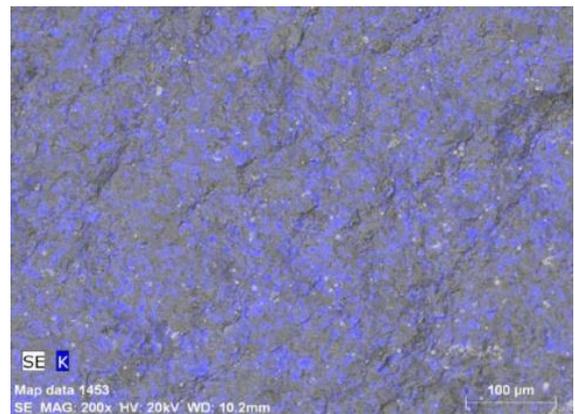


Рисунок 4.3.2.6 – Карта
 распределения Калия

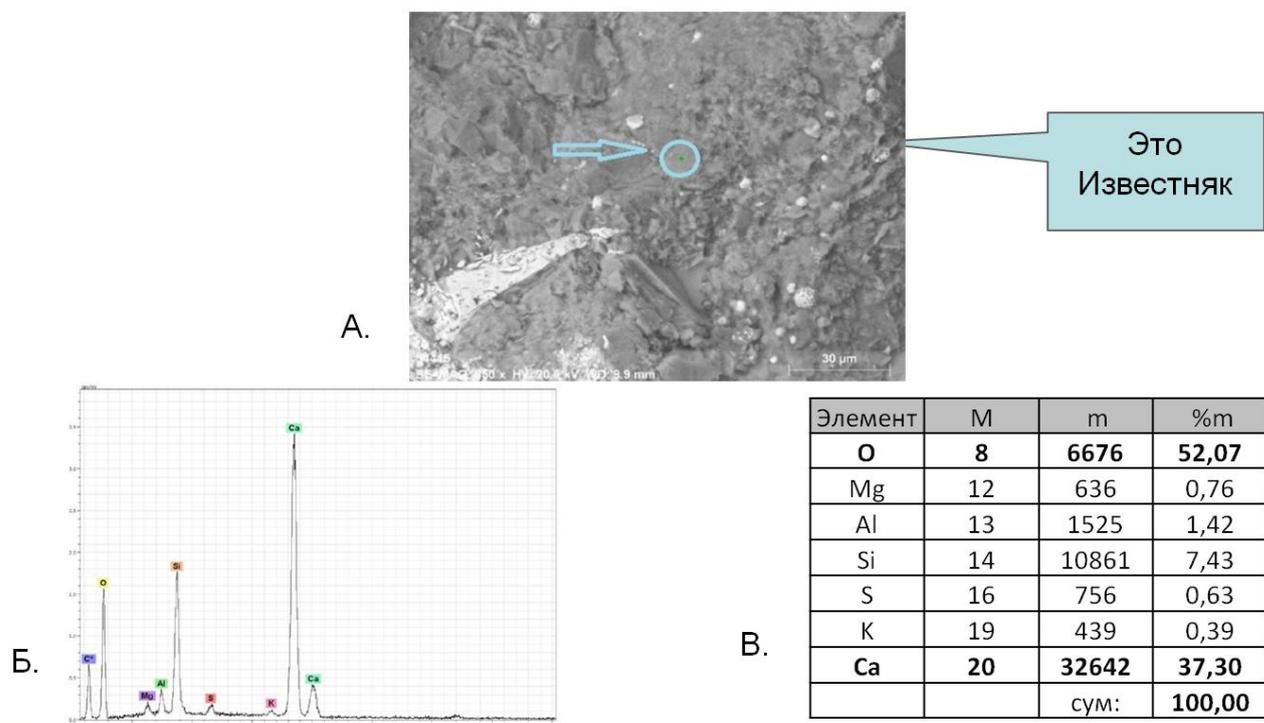


Рисунок 4.3.2.7 – А) Выбранная точка для проверки № 10;
 Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;

4.3.3 Образец № XZ, АА месторождение.

В составе пород образца № XZ обнаружат только известняк и кварц.



Рисунок 4.3.3.1 – Карта распределения Кремния и Алюминия

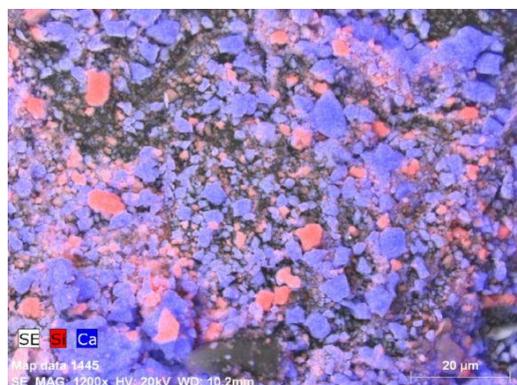


Рисунок 4.3.3.2 – Карта распределения Кремния и Кальция

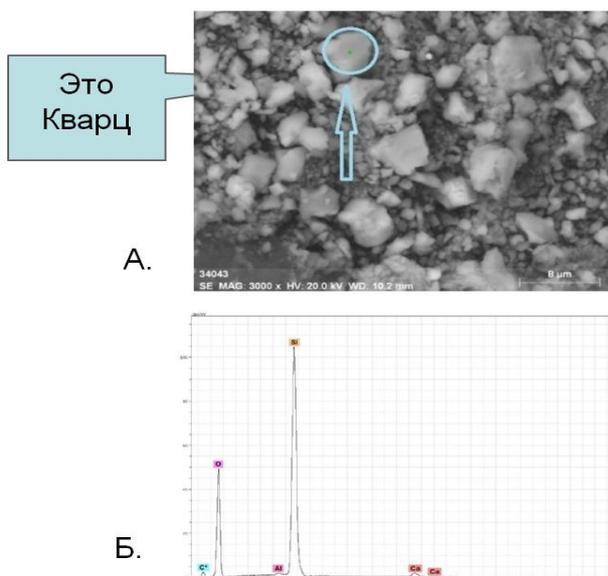


Рисунок 4.3.3.3 – А) Выбранная точка для проверки № 1;
Б) Энергодисперсионный спектр частицы

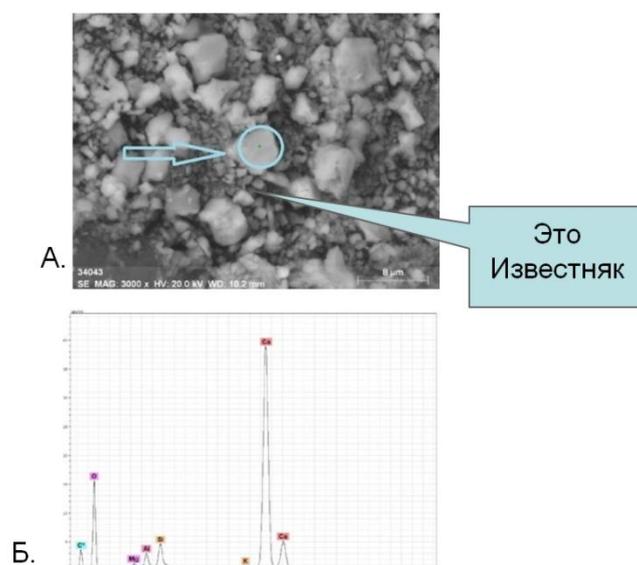


Рисунок 4.3.3.4 – А) Выбранная точка для проверки № 1;
Б) Энергодисперсионный спектр частицы

Можем сделать вывод, что образцы № XY и № XZ не содержат в себе глинистые минералы, т.е. они имеют высокие проницаемости, чем у образца № XX.

4.4 Определение состава смеси глинистых минералов методом рентгеноструктурного микроанализа

Проведен эксперимент, чтобы определить доступной смеси глинистых минералов образца. Исследование проводилось в кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ на рентгеноструктурном микроанализаторе (РСМА) ДРОН – 3М.



Рисунок 4.4.1 – РСМА ДРОН –3М

Сначала необходимо подготовить образцы для анализа. Образец измельчают до мелкого порошка. Пучок высокоэнергетических электронов (30 кэВ) фокусируется на поверхности приготовленного образца минерала проникается в атомы и взаимодействует с кристаллографическими плоскостями $\{hkl\}$ вещества.

На рентгеновской дифрактограмме образца присутствуют рефлекссы каолинит – $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, монтмориллонит– $(\text{Ca}, \text{Na})_{0,3}\text{Al}_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, хлорит– $(\text{Mg}, \text{Al})_6(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ и кварц– (SiO_2) и их количество. (См. рисунок 4.4.2 и 4.4.3)

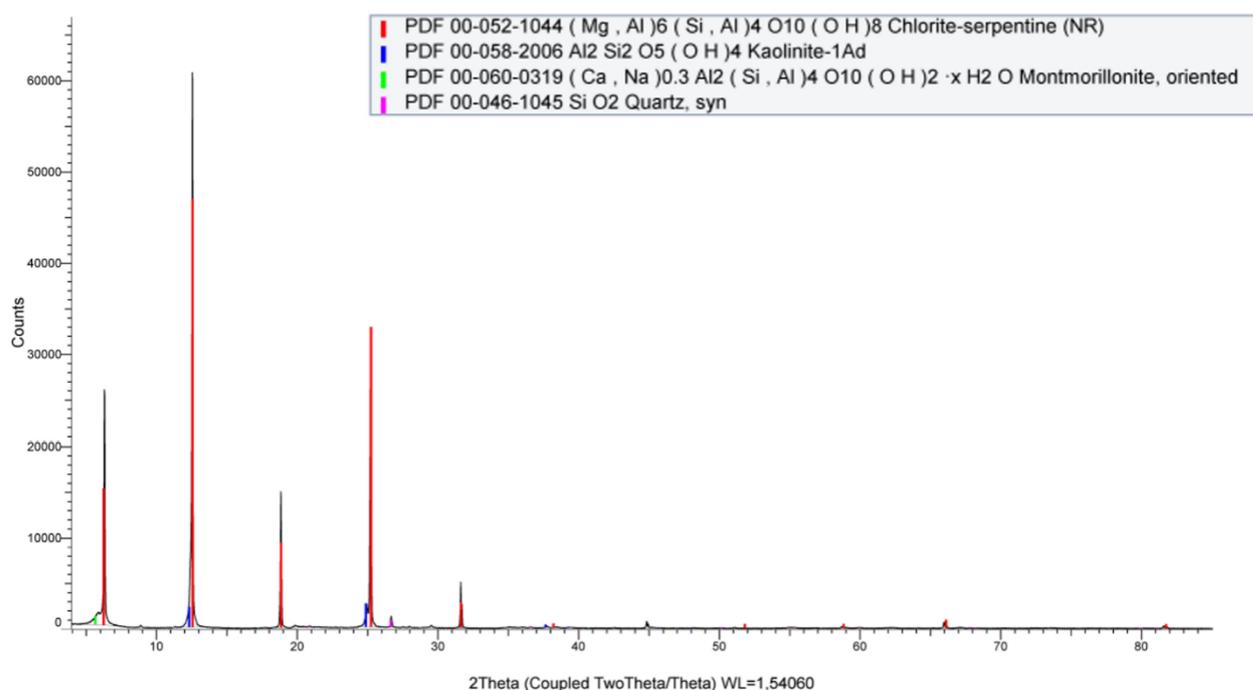


Рисунок 4.4.2 –Дифрактограмма образца, записана на РСМА

Таблица 4.2 – Состав глинистых минералов в известной смеси.

Icon	Compound Name	Formula	S-Q
	Kaolinite-1Ad	$Al_2 Si_2 O_5 (OH)_4$	5,9%
	Quartz, syn	$Si O_2$	0,5%
	Montmorillonite, oriented	$(Ca, Na)_{0.3} Al_2 (Si, Al)_4 O_{10} (OH)_2 \cdot x H_2 O$	4,3%
	Chlorite-serpentine (NR)	$(Mg, Al)_6 (Si, Al)_4 O_{10} (OH)_8$	89,3%

System	a	b	c	alpha	beta	gamma
Triclinic	5,15190	8,95160	7,40350	91,635	104,448	90,243
Hexagonal	4,91344		5,40524			
Monoclinic	5,29130	9,19040	15,50310		87,938	
Hexagonal	5,34000		14,10900			

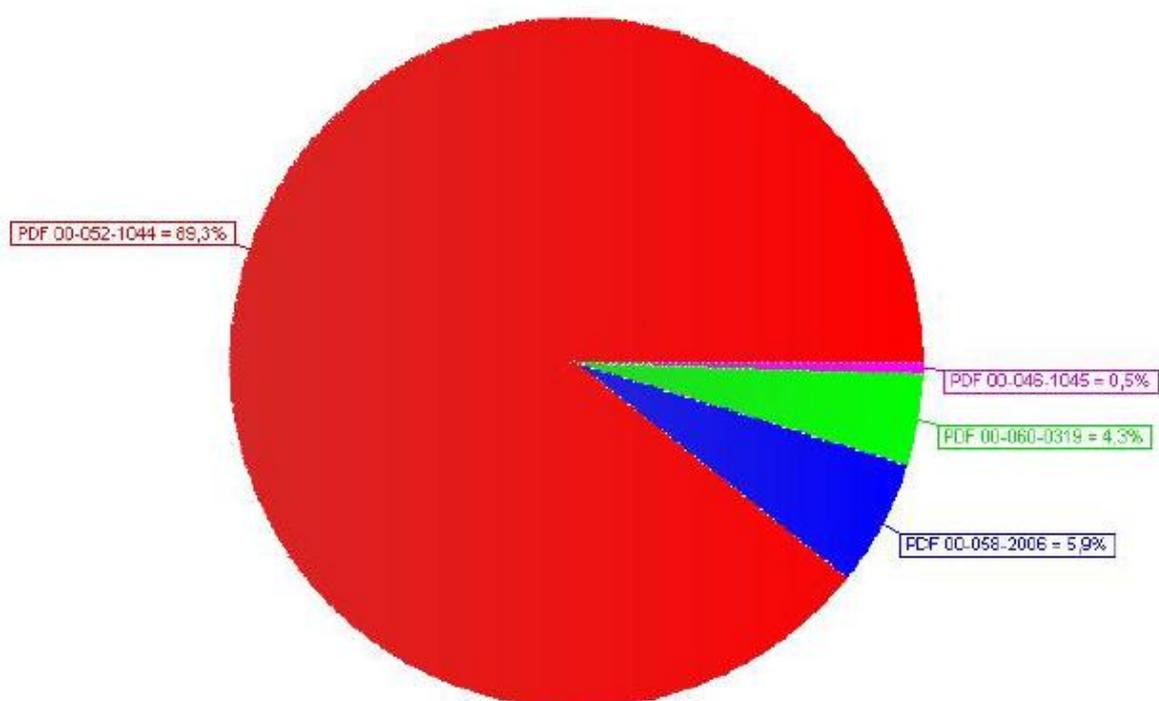


Рисунок 4.4.3 – Состав глинистых минералов в данной смеси.

4.5 Определение глинистый минерал методами электронного микроскопия и рентгеноструктурного микроанализа

Исследование так же проводилось в на кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ на СЭМ Hitachi S-3400N и РСМА ДРОН – 3М. Образец исследований является глинистым минералом из АС месторождения. Внешние характеристики этого образца имеет особенности: коричневый свет, грубый, гумусовый, нет блеска, не высокая твердость и однородная (см. рисунок 4.5.1).



Рисунок 4.5.1 – Образец исследования

По электроном обратным рассеянием получения топографии поверхности образца (см. рисунок 4.5.2). По сравнению с определенными образцами (см. приложение В), можно увидеть, что структура данного образца совсем совпадает со структурой каолинита (см. рисунок 4.5.3).

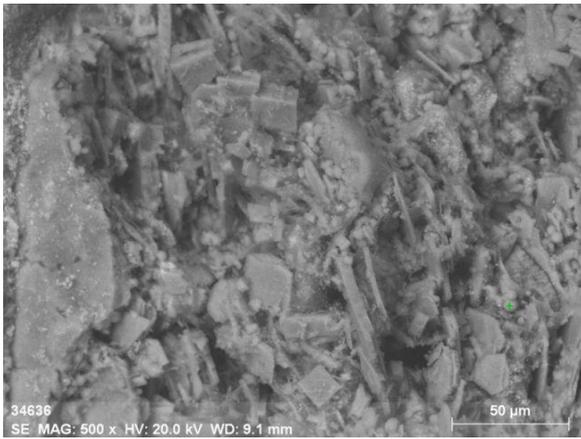


Рисунок 4.5.2 – СЭМ- фотография образца неизвестного глинистого минерала с масштабом 500.

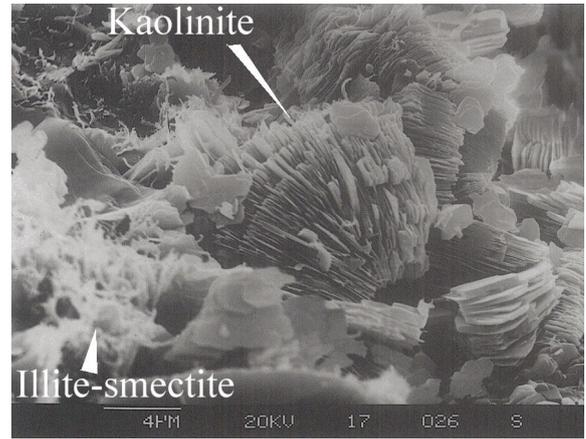
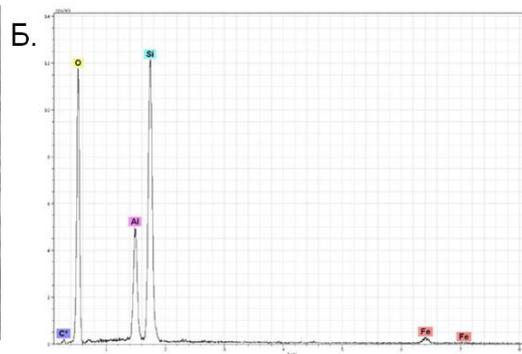
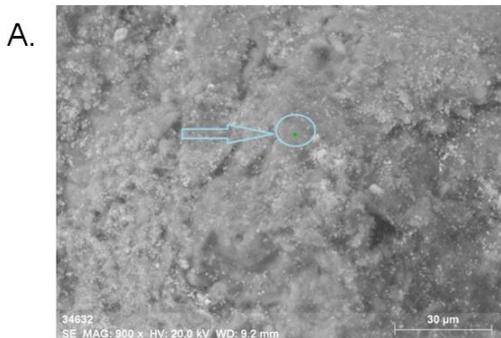


Рисунок 4.5.3 – СЭМ - фотография образца глинистого.

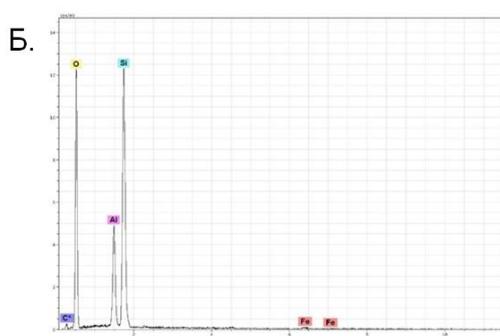
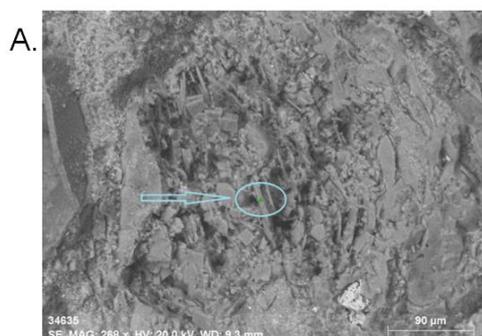
Теперь используем энергодисперсионную рентгеновскую спектроскопию для анализа химического состава этого образца. Увидено, что химические элементы равномерно распределены по поверхности образца. Проверен состав четыре разных точек на поверхности образца.



В.

Элемент	% масса
O	59,42
Al	10,63
Si	26,32
I	3,63

I.



В.

Элемент	% масса
O	61,50
Al	10,70
Si	26,75
I	1,04

II.

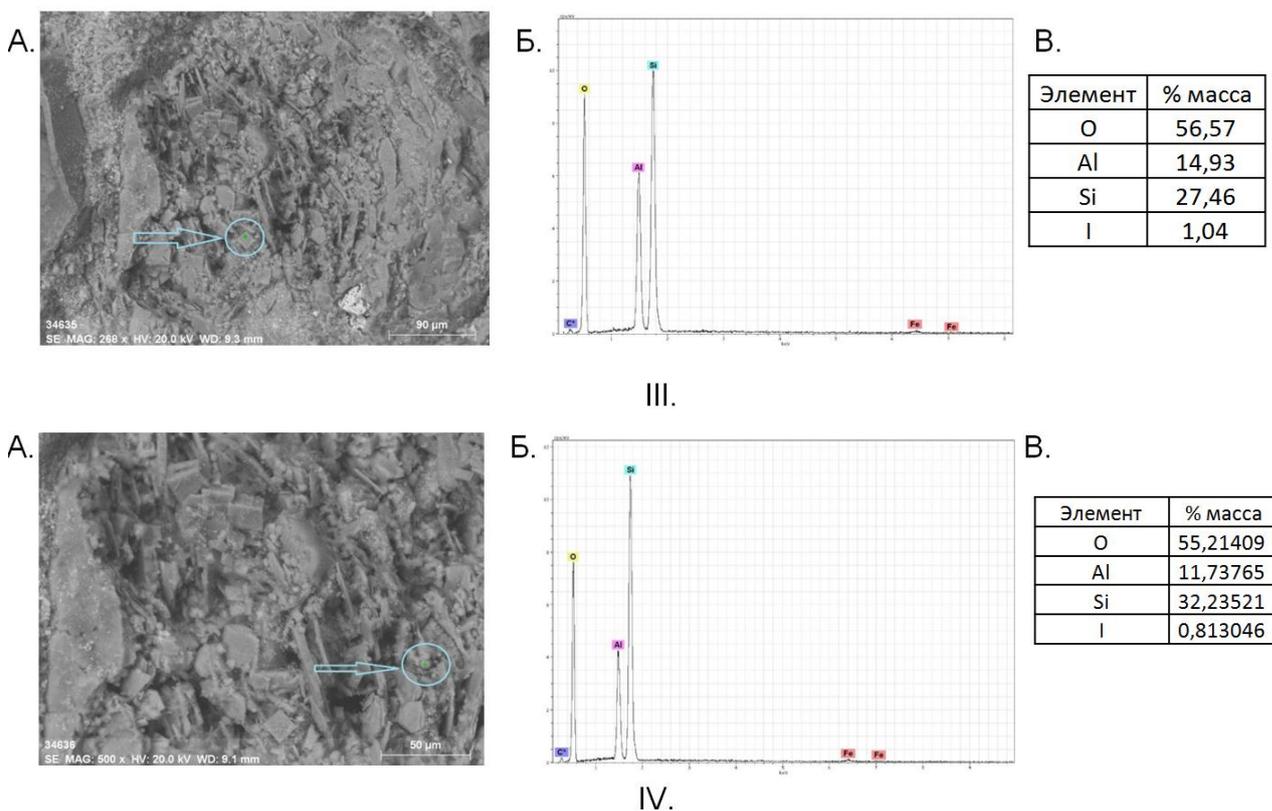


Рисунок 4.5.4 – А) Выбранные точки для проверки;

Б) Энергодисперсионный спектр частицы; В) Количественный состав;

Чтобы прояснить предыдущий результат, можно сделать еще один эксперимент с рентгеноструктурным анализатором.

На рентгеновской дифрактограмме образца присутствуют рефлексы каолинит – $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, диккит $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH}))_4$ и кварц – (SiO_2) . (См. рисунок 17,18). В составе этого образца входят каолинит с большим количеством и диккит и кристобалит (это минерал, высокотемпературная полиморфная модификация кварца) с меньшим процентом. Диккит тоже является одним минералом в группе каолинита и его кристаллическая структура сходна со структурой каолинита.

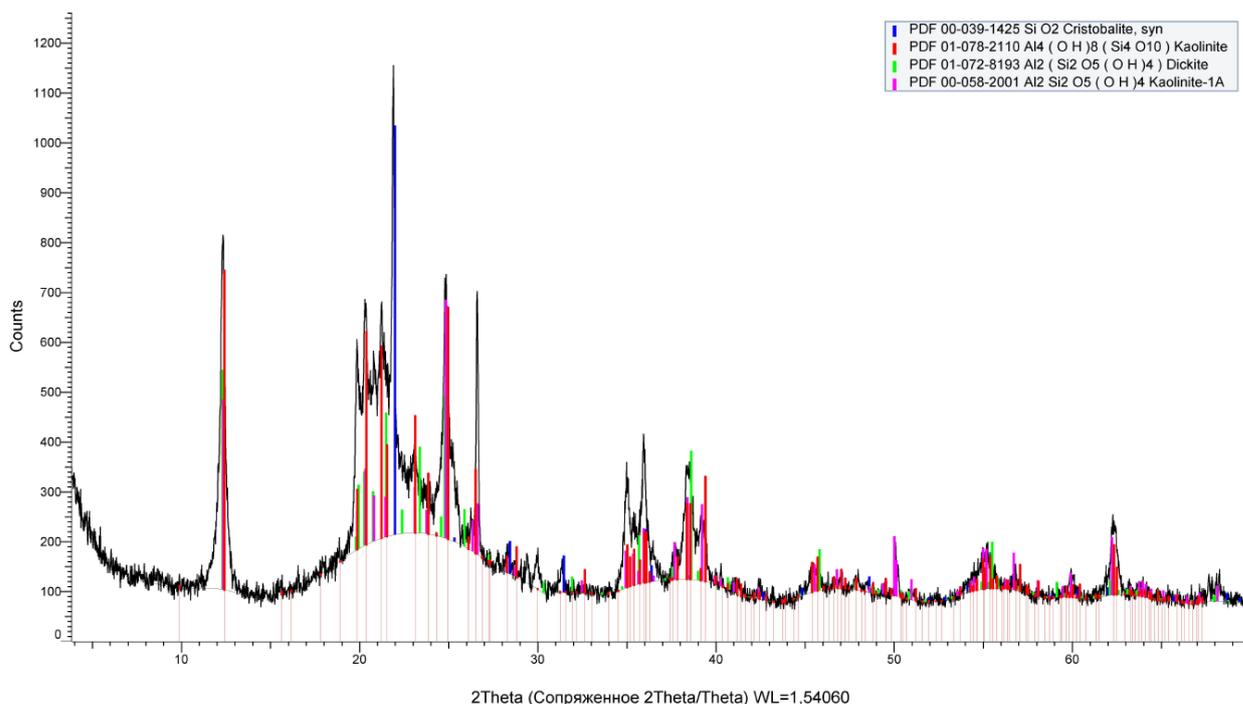


Рисунок 4.5.5—Дифрактограмма образца, записана на РСМА

Таблица 4.3 – Состав глинистых минералов в известной смеси.

Pattern #	Compound Name	Formula	S-Q
PDF 00-039-1425	Cristobalite, syn	Si O ₂	7,9%
PDF 01-078-2110	Kaolinite	Al ₄ (OH) ₈ (Si ₄ O ₁₀)	41,3%
PDF 01-072-8193	Dickite	Al ₂ (Si ₂ O ₅ (OH) ₄)	23,6%
PDF 00-058-2001	Kaolinite-1A	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	27,2%

Следовательно, можно сделать вывод что, данной образец глинистого минерала является каолинитом.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения данной работы необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. В таблице 5.1 приведен перечень этапов, работ и исполнителей[24].

Таблица 5.1 Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

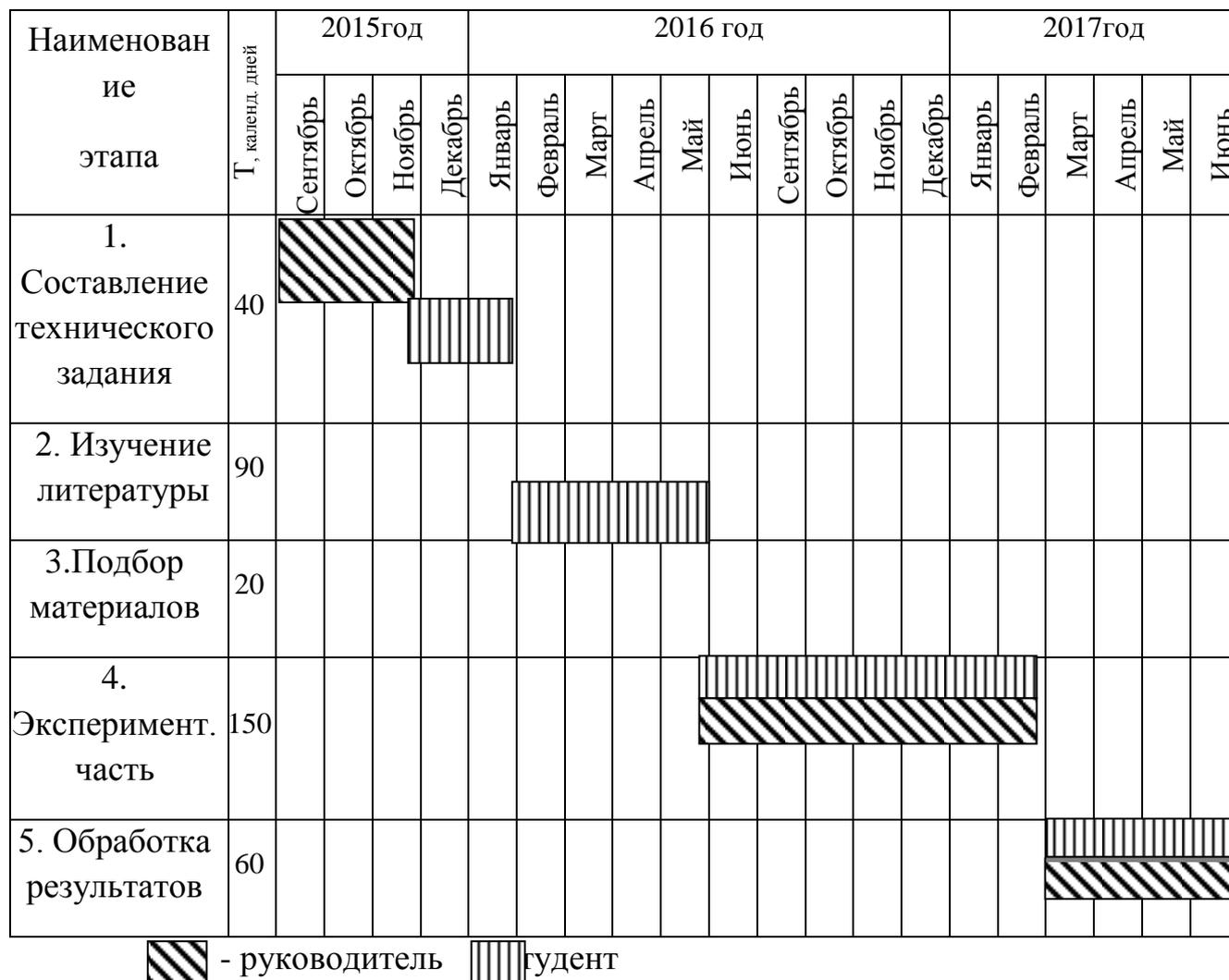
Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность Исполнители
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Руководитель
	6	Построение моделей и проведение экспериментов	Руководитель
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
Оформление отчета по НИР	9	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Руководитель, инженер

5.2 Календарный план-график проекта

План проекта длится 3 года. План-график с разбивкой по месяцам и декадам представлен в таблице 5.2. Виды работ на графике

выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 5.2– Календарный план-график проведения НИР по теме.



Как видно из представленного графика наибольшую часть времени занимает экспериментальная часть.

5.3 Бюджет научного исследования

5.3.1 Расчёт затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых

непосредственно в процессе выполнения работ. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам и приведена в таблице 5.3.

Таблица 5.3– Расходные материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Блокнот	40	1 шт.	40
Бумага для принтера	180	1 уп.	180
Ручка шариковая	15	2 шт.	30
Итого			250

Расходы на материалы составили $C_{\text{МАТ}} = 250$ рублей.

5.3.2 Расчет основной заработной платы

Статья включает основную заработную плату работников, занятых выполнением проекта, и дополнительную заработную плату.

$$C_{\text{ЗП}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

где

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 48 раб.дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней.

Таблица 5.4 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Лаборант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	96	96
- праздничные дни	12	12
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	24
- невыходы по болезни	10	10
Действительный годовой фонд рабочего времени (дни)	223	223

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент;

$k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$k_{р}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Расчет основной заработной платы за 2-летний период

Исполнители	Кол. исполнители	Зб, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	Зм, руб	Здн, руб.	Т _{раб} , раб.дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	1	23264,86	1	0,14	1,3	34478,5	1607,9	446	717123,4
Лаборант	1	8371,46	1	0	1,3	10882,9	507,5	446	226345

5.3.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15 % от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты (0,1);

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Далее в таблице 5.6 приведены результаты расчета основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 5.6 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Лаборант
Основная зарплата	717123,4	226345
Дополнительная зарплата	71712,34	22634,5
Итого по статье $C_{зп}$	1037815,24	

5.3.5. Отчисления на социальные нужды

Научные и производственные командировки составляют 10% от основной и дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы: 103781,524 р.

Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Результаты расчеты представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Социальные отчисления, установленные законом обязательные платежи, уплачиваемые работодателем в Государственные внебюджетные фонды

№ пп	Зарплата всех сотрудников за период научно-исследовательских работ, руб.	ПФ (22%)	ФСС (2,9%)	ФФОМС (5,1%)	ОСС от несчастных случаев (0,2%)	Итого сумма отчислений
1.	1037815,24	228319,4	30096,6	52928,6	2075,6	313420,2

5.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сметная стоимость (руб.)
1. Расходные материалы	35071,5
2. Амортизационные отчисления	1000
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	943468,4
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	94346,84
5. Отчисления в овне бюджетные фонды	313420,2
6. Затраты на научные и производственные командировки	103781,524
7. Накладные расходы (16% от суммы пункты 1-6)	238574,154
8. Бюджет затрат НИИ	1729662,62

5.3.7. Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсо эффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат разных вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как

знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}$$

Где I_{Φ}^p – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{\max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p$$

Где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра; b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критер	ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
1. Способствует росту производительности труда пользователя		0,1	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)		0,15	5	4
3. Помехоустойчивость		0,15	5	3
4. Энергосбережение		0,20	4	3
5. Надежность		0,25	5	4
6. Материалоемкость		0,15	4	4
ИТОГО		1		

$$I_m^p = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,20 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,55$$

$$\text{Аналог} = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,20 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 3,55$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{\text{финр}}^p$) и аналога ($I_{\text{финр}}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{ф}}^p}, \quad I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта.

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{\phi}^p}{I_{\phi}^a}$$

Где \mathcal{E}_{cp} – сравнительная эффективность проекта; I_{ϕ}^p – интегральный показатель разработки; I_{ϕ}^a – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 5.10– Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Текущий проект	Аналог
Интегральный финансовый показатель разработки, I_{ϕ}^p (по надежности)	1,00	0,8
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки, I_m	4,55	3,55
Интегральный показатель эффективности, I_{ϕ}^p, I_{ϕ}^a	4,55	4,437
Сравнительная эффективность вариантов исполнения, \mathcal{E}_{cp}	1,05	

Таким образом, представленные расчеты отражают эффективность предлагаемой разработки по сравнению с существующими аналогами.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

6.1 Анализ вредных факторов

6.1.1. Повышенный уровень электромагнитных излучений в рабочей зоне

Как любые электрические приборы, видеодисплей (ВД) и системные блоки производят электромагнитное излучение. Большая часть его происходит не от экрана монитора, а от видеокабеля и системного блока. В портативных компьютерах практически все электромагнитное излучение идет от системного блока, располагающегося под клавиатурой. Современные машины выпускаются заводом-изготовителем со специальной металлической защитой внутри системного блока для уменьшения фона электромагнитного излучения.

Безопасные уровни излучений регламентируются нормами Госкомсанэпиднадзора «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03) [29]. Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВД по электрической составляющей должна быть не более:

В диапазоне частот 5 Гц ÷ 2 кГц – 25 В/м;

В диапазоне частот 2 кГц ÷ 400кГц – 2,5 В/м.

Возможные способы защиты от ЭМП: [30]

Основной способ – увеличение расстояния от источника, для избежание последствий экран видеомонитора должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя;

Применение защитных экранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты, прошедших испытание в аккредитованных лабораториях и имеющих соответствующий гигиенический сертификат.

6.1.2. Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне

При работе с компьютером источником ионизирующего излучения является дисплей. Под влиянием ионизирующего излучения в организме может происходить торможение функций кроветворных органов, нарушение нормальной свертываемости крови и увеличение хрупкости кровеносных сосудов, снижение сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям и др.

При работе с электро- и радиотехническими устройствами и оборудованием допустимые уровни ЭМП нормируются ГОСТ 12.1.006–84 и СанПиН 2.2.4.1191–03 [31]. При несоответствии условий труда указанным требованиям выбираются способы и средства коллективной и индивидуальной защиты от воздействия ЭМП.

При работе с компьютером необходимо учитывать, что мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса монитора (на электроннолучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч). Для мониторов, отвечающих требованиям ТСО–99, ТСО–2000, ТСО–03, эти нормативы выполняются [32].

Способы защиты:

Применение защитных экранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты, прошедших испытание в аккредитованных лабораториях и имеющих соответствующий гигиенический сертификат;

Использование мониторов стандарта МРП II и ТСО-03 с пониженным уровнем ионизирующего излучения;

При выполнении дипломной работы использовался монитор с низким уровнем излучения – так называемый LR-монитор (Low Radiation) стандарта ТСО-03.

6.1.3. Шум

Одним из важнейших параметров, наносящим большой ущерб для здоровья и резко снижающим производительность труда, является шум.

Шум может создаваться работающим оборудованием, установками кондиционирования воздуха, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникать извне [33].

В результате исследований установлено, что шум и вибрация ухудшают условия труда, оказывают вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: он затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности, повышает утомляемость, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

Производственные помещения, в которых для работы используются ПЭВМ, не должны граничить с помещениями, в которых уровень шума и вибрации превышают нормируемые значения. При выполнении основной работы на ПЭВМ, согласно ГОСТ 12.1.003–83* «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» и СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий», уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА [33], [34].

Комната 115-01 не граничит ни с цехами, ни с помещениями, где стоит оборудование, которое может быть источником шума. Источником шума в лаборатории являются вентиляторы компьютеров. Исходя из вышесказанного и опираясь на субъективные ощущения можно сделать заключение, что шумовая обстановка на рабочем месте соответствует норме.

6.1.4. Микроклимат

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место. Воздух рабочей зоны (микроклимат) производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти параметры по отдельности и в комплексе влияют на организм человека, определяя его самочувствие. Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 и СанПиН 2.2.4.584–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Рабочая аудитория соответствует категории Ia [35].

Таблица 6.1 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах для категории Ia

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин	
Холодный	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0
Теплый	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0

Период года	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Для диапазон температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазон температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	15-75	0,1	0,1
Теплый	15-75	0,1	0,2

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещении ВЦ должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20 м³ на человека – не менее 30 м³ в час на человека; при объёме помещения более 40 м³ на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция [37].

В аудитории отсутствует принудительная вентиляция. Имеется лишь естественная, т.е. воздух поступает и удаляется через щели, окна, двери. Основной недостаток такой вентиляции в том, что приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Естественная вентиляция допускается при условии, что на одного работающего приходится более 40 м^3 объема воздуха в помещении. Поскольку в помещении не выполняется требование к объему воздуха на одного работающего, то наличие принудительной вентиляции просто необходимо.

В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления. Она должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. В рассматриваемой аудитории используется водяное отопление со встроенными нагревательными элементами и стояками.

6.1.5. Освещение на рабочем месте

Согласно СНиП 23–05–95 «Естественное и искусственное освещение» [38] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному [39], искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»:

- Освещенность при использовании ПЭВМ составляет $E_{\tau}=300 \text{ лк}$ [38]
- Местное освещение не должно создавать бликов на экране. Следует ограничивать отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м^2 .
- Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

В комнате 115-01 освещение осуществляется двенадцатью светильниками типа ОДР-4-30 с люминесцентными лампами ЛДЦ. Световой поток каждой лампы $F=1500$ лм.

Следовательно, существующее искусственное освещение удовлетворяет СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

6.1.6. Вредные вещества

Глинистые минералы составляют группу слоистых и слоисто-ленточных силикатов и состоят в основном из двух структурных элементов - кремнекислородного тетраэдра и алюмокислородного октаэдра. Они характеризуются гидрофильной поверхностью, способностью к сорбции и ионному обмену. Из-за изоморфного замещения атомов кремния и алюминия на катионы более низкой валентности грани кристаллической глинистых минералов приобретают отрицательный заряд. В некоторых случаях Глинистые минералы могут привести к интенсивно задерживанию углекислого газа и токсинов в коже, лишая ее жизненно важного кислорода.

Защита от вредных веществ начинается с гигиенического их нормирования. После этого коллективный защитный характер носят герметизация, вентиляция, отделка помещений особыми материалами, медосмотры, пропитание. При неэффективности коллективных средств защиты применяют средства индивидуальной защиты (защита дыхания, кожи, отдельных органов).

Путь поступления вредных веществ через органы дыхания (ингаляционный) является наиболее опасным, так как легкие человека имеют поверхность примерно в 50 раз большую, чем кожные покровы, и в 10 раз большую, чем пищеварительный тракт; вдыхаемые вредные вещества могут

быстро проникнуть непосредственно в кровь. Поэтому для предотвращения воздействия запыленности и загазованности воздуха защита органов дыхания наиболее существенна.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны установлены ГОСТом 12.1.005-88. Во всех случаях, когда на отдельных участках производства не выдерживаются установленные требования, должны применяться меры, направленные на предотвращение или уменьшение воздействия загазованности воздуха. Особое значение из средств индивидуальной защиты имеют средства защиты дыхания. Здесь выделяют противогазы и респираторы, причем в случаях, когда присутствует неизвестное вещество в воздухе, мало кислорода ($<18\%$) или вредные вещества составляют больше чем $0,5\%$, то применяют изолирующие противогазы.

6.2 Анализ опасных факторов.

6.2.1. Пожарная безопасность.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

К режимным относятся установление правил организации работ и соблюдение противопожарных мер.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Не следует работать с компьютером в условиях повышенной влажности (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%), высокой температуры (более 35°C), наличии токопроводящей пыли, токопроводящих полов и возможности одновременного соприкосновения к имеющим соединение с землёй металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования. Таким образом, работа с компьютером может проводиться только в помещениях без повышенной опасности, и возможность поражения током может быть только при прикосновении непосредственно с элементами этих конструкций.

Студент-дипломник работает с электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок, манипулятор «мышь» и клавиатура и принтером). В данном случае существует опасность электро- поражения [27]:

- При непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- При прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
- При соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- Имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

Все помещения, в зависимости от условий, делятся на помещения:

- Особо опасные;
- С повышенной опасностью поражения электрическим током;
- Без повышенной опасности поражения электрическим током.

Согласно такой классификации помещений, аудитория 115–01 по опасности электро-поражения относится к помещениям без повышенной опасности, то есть отсутствуют условия, создающие повышенную опасность.

В лаборатории используются приборы, потребляющие напряжение 220В переменного тока с частотой 50Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности [28]:

- Перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- При обнаружении неисправности оборудования и приборов, необходимо не делая никаких самостоятельных исправлений сообщить ответственному за оборудование;
- Запрещается загромождать рабочее место лишними предметами. При возникновении несчастного случая следует немедленно освободить пострадавшего от действия электрического тока и, вызвав врача, оказать ему необходимую помощь.

6.3. Охрана окружающей среды

(В данном пункте рассмотрит как ваш объект исследования влияет на окружающей среды, а именно Глинистые минералы)

История влияния человека на биосферу показывает, что технический прогресс постоянно увеличивает воздействия на окружающую среду, создает предпосылки для возникновения экологических кризисов. В то же время прогресс расширяет возможности устранения создаваемых человеком ухудшений природной среды.

Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилий всего человечества. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным, малоотходным и энергосберегающим технологиям и производствам. Это потребует решения целого комплекса сложных технологических, конструкторских и

6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ЧС на рабочем месте можно отнести внезапное обрушение здания, взрывы и пожары.

Наиболее вероятны – пожары вследствие замыкания электрической проводки, возгорания неисправного компьютера, несоблюдения правил пожарной безопасности.

К мерам пожарной профилактики относятся:

- Повышение огнестойкости здания;
- Использование исключительно исправного оборудования;
- Проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- Отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- Курение в строго отведенном месте;
- Содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для оповещения о возникшем пожаре в корпусе 1 установлены пожарные речевые системы оповещения, с требуемыми параметрами: уровень развиваемого давления 70 – 110дБА, равномерность частотной характеристики не более 16 дБ. Также на каждом этаже есть огнетушитель ОП-4 и вывешен план эвакуации, расположенный на видном месте. В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану и покинуть помещение, руководствуясь разработанным и вывешенным планом эвакуации.

Также каждый год администрация проводит обучения по правилам пожарной безопасности. При возникновении пожара необходимо немедленно сообщить о пожаре по телефону 01 (указав адрес и место возникновения пожара), принять по возможности меры по тушению пожара, эвакуации людей и сохранности материальных ценностей.



Рисунок 6.1 – План эвакуации из комнаты 115-01.

6.5. Организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ, учитывать размеры рабочей зоны, а также необходимость передвижения в ней работающего.

Невыполнение требований к расположению и компоновке рабочего места может привести к получению работником производственной травмы или развития у него профессионального заболевания. Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Общие эргономические требования», СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

Конструкция оборудования и рабочего места при выполнении работ в положении сидя должна обеспечивать оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием высоты рабочей поверхности, высоты

сидения, оборудованием пространства для размещения ног и высотой подставки для ног. Оптимальные параметры рабочего места при работе с ЭВМ представлены в таблице 6.2:

Таблица – 6.2. Параметры рабочего места.

Параметры	Значение параметра	Реальные значения
Высота рабочей поверхности стола	От 600 до 800 мм	700
Высота от стола до клавиатуры	Около 20 мм	20
Высота клавиатуры	600-700, мм	600
Удаленность клавиатуры от края стола	Не менее 80 мм	100
Удаленность экрана монитора от глаз	500-700, мм	500
Высота сидения	400-500, мм	500
Угол наклона монитора	0-30, град.	20
Наклон подстав киног	0-20, град.	0

Конструкция рабочего кресла поддерживает рациональную рабочую позу, а также позволяет изменить позу, чтобы снизить статическое напряжение мышц шейно-плечевой области и спины, это позволяет предотвратить утомление.

Не рекомендуется располагать компьютеры рядом друг с другом в целях уменьшения действия переменного электрического поля.

На данном рабочем месте все требования к его организации соблюдены. Параметры рабочего места соответствуют установленным к ним требованиям, также учтены особенности психофизического восприятия цвета, поэтому интерьер кабинета окрашен в спокойные тона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нефть тесно связана с осадочными породами. Аккумулированные в коллекторах нефтяные углеводороды продолжают изменяться под влиянием глинистых и других минералов участвующих в формировании порового пространства коллектора. Глинистые минералы, участвующие в формировании структуры порового пространства коллекторов, не только способствуют дальнейшему превращению нефтяных углеводородов, но и оказывают резко отрицательное влияние на емкостные и фильтрационные возможности. Степени каталитической активности глинистые минералы располагаются в ряд: монтмориллонит — деградированные гидрослюды — гидрослюды — каолинит.

В моей работе были рассмотрены основной метод исследования структуры и свойств глинистых минералов – электронно-микроскопический метод. А именно, были рассмотрены приборы электронной микроскопии, изучены методы электронной микроскопии и их применение. Было использован метод электронной микроскопии для исследование неизвестного образца. По сравнению с известными минералами, взятыми из базы данных, было определён что образец является «монтмориллонитом». С помощью сканирующего электронного микроскопа было изучен состав образцов ряд палеозойских глинисто-кремнистых пород АА месторождения (АБ область, Россия). В результате было обнаружены В составе этого порода глинистые минералы монтмориллонит, обладающий большой набухаемостью) и иллит. А также другие минералы, как доломит, известняк, кварц, пирит, полевой шпат, плагиоклаз.

Кроме изучаемого метода, для решения многих проблем, связанных с такими минералами, часто использовать и другие современные методы. Применение комбинации этих методов позволяет объяснять влияние многих факторов на свойства глинистых минералов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Котяхов Ф. И. Физика нефтяных и газовых коллекторов. Москва «Недра», 1977. – 287 с.
2. Вопросы минералогии глин: сборник статей: пер. с англ. / авт. предисл. В. П. Петров. — Москва: Изд-во иностранной литературы, 1962. — 463 с.: ил. — Библиография в конце статей.
3. Глинистые минералы и проблемы нефтегазовой геологии / С. Г. Саркисян, Д. Д. Котельников. — 2-е изд., перераб, и доп. — Москва: Недра, 1980. — 232 с.: ил. — Библиогр.: с. 223-231.
4. Глины, их минералогия, свойства и практическое значение / Академия наук СССР (АН СССР), Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ); под ред. Ф. В. Чухрова. — Москва: Наука, 1970. — 272 с.: ил. — Библиогр, в конце ст.
5. Клубова, Тамара Труатовна. Глинистые минералы и их роль в генезисе, миграции и аккумуляции нефти / Т. Т. Клубова; Академия наук СССР (АН СССР), Институт геологии и разработки горючих ископаемых (ИГиРГИ). — Москва: Недра, 1973. — 256 с.: ил. — Библиогр.: с. 204-223. — Атлас текстур: с. 224-234.
6. From Oil – Prone Source Rock to Gas – Producing Shale Reservoir – Geologic and Petrophysical Characterization of Unconventional Shale – Gas Reservoirs– Q.R.Passey, K.M. Bohacs, W.L.Esch, R. Klimentidis, CPS/SPE International Oil & Gas Conference and Exhibition in China, 2010г, – 29с.
7. Логвиненко Н. В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования). Учебное пособие. Изд-во «высшая школа» Москва, 1967. – 416 с.
8. Соколова Т. А., Дронова Т. Я., Толпешта И. И. Глинистые минералы в почвах: Учебное пособие. – Тула: Гриф и К, 2005. – 366 с.
9. Иванов М.К., Бурлин Ю.К., Калмыков Г.А., Карнюшина Е.Е., Коробова Н.И. Петрофизические методы исследования кернового материала.

(Терригенные отложения) Учебное пособие в 2-х книгах. Кн. 1. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2008. – 112 с.

10. СерраОберто. Восстановление условий осадконакопления по данным геофизических исследований скважин. Научные монографии и научно-популярные издания. Изд-во: Publisher: SchlumbergerLimited, 1985. – 366 с.

11. Логвиненко Н. В., Сергеева Э. И. Методы определения осадочных пород: Учебн, пособие для вузов. – Л.: Недра, 1986. – 240 с.

12. High resolution structural investigation of synthetic and natural 2:1 clay – mineral assemblages using advanced sample preparation and electron microscopy imaging techniques, Department of Earth and Planetary Sciences McGill University, Montreal, Quebec, Canada, 2011. – 335с.

13. М. Ф. Викулова, Ю. К. Бурков, А. В. Македонови др. Фациальные типы глинистых пород (и их первичные литологические особенности). Л. «Недра», 1973. – 288 с.

14. Власов, А. И., Елсуков, К. А., Косолапов, И. А. Электронная микроскопия / В. А. Шахнов. – М.: МГТУ, 2011. – 166 с.

15. Демьянец, Л. Н., Захарова Н. Д. Электронная микроскопия в минералогии / Звягина, Б. Б. – М.: Изд-во Мир, 1979. – 541 с.

16. Mineralogicalsociety. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minersoc.org/gallery.php?id=2>, свободный. – Загл. С экрана (дата обращения 16.5.2015).

17. Сергеева Н. Е. Введение в электронную микроскопию минералов. М., Изд-во Моск. Ун-та, 1977. – 144 с.

18. Уманский, Я.С., Скаков, Ю.А. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия / Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. - М.: Металлургия, 1982. – 632 с.

19. Рид, С. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии. - М.: Техносфера, 2008. – 232 с.

20. Гоулдстейн. Дж., Яковица. Х. Практическая растровая электронная микроскопия / Дж. Гоулдстейн, Х. Яковица, В. И. Петрова. – М.: Изд-во Мир, 1978. – 656 с.
21. Электронная микроскопия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/5313.html>, свободный. – Загл. С экрана(дата обращения 16.5.2015).
22. Основы растровой электронной микроскопии. Использование РЭМ в процессе электронной литографии: методические указания к лабораторным работам по диагностике материалов. – СПб. 2013. – 24 с.
23. Свекла К.С. Применение методов электронной микроскопии для решения задач геологии и разработки нефтяных и газовых месторождений. Курсовая работа. Томск 2013. – 19 с.
24. Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухаватулина, И.Г. Видяев. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: Учеб. -метод. Пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 50 с.
25. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. - метод. Пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 144 с.
26. ГОСТ 12.0.003-99. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы.
27. ГОСТ 12.1.009 – 76. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения.
28. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. Москва, «Недра», 1994 г.
29. Правила устройства электроустановок. — М.: Энергоатомиздат, 2005. - 640 с.
30. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

31. Строительные нормы и правила СНиП. 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».
32. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности».
33. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрация. Общие требования безопасности».
34. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».
35. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Вредные вещества, классификация и общие требования безопасности»
36. Строительные нормы и правила СНиП «Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий. Нормы проектирования».
37. Инструкция по бурению наклонных скважин с кустовых площадок на нефтяных месторождениях Западной Сибири. РД 39-0148070-6.027- 86, Тюмень, СибНИИИП.
38. ГОСТ 12.1.044-84 «Пожаровзрывоопасность взрывчатых веществ и материалов».
39. ГОСТ 12.1.044-76 «Пожарная безопасность, общие требования»
40. Строительные нормы и правила СНиП 2-80 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений»
41. РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений».
42. Анализ выбросов загрязняющих веществ дизелями/ Интернет ресурс: <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/105/29105/12318> (дата обращения 16.5.2015).

Приложение А

Таблица 1 – Величины сорбционной емкости глинистых минералов и некоторых близких к ним слоистых силикатов относительно красителя метиленового голубого (МГ)

Минерал, месторождение, фракция (порода)	Емкость поглощения, на 100 г вещества
Каолинит, Просьяновское месторождение, УССР, Фракция <0,001 мм	8,3
Каолинит, Кыштымское месторождение, Урал, Фракция <0,001 мм	9,0
Каолинит, Глуховецкое месторождение, УССР, Фракция <<0,001 мм	9,1
Файрклея, Латненское месторождение, Воронежская область, порода	23,0
Гидрофлюиды, фракция <0,001 мм	18,0 – 50,0
Вермикулит, Кыштым, Урал, порода	30,0
Монтмориллонит (Огланлит). Огланлы, Туркменская ССР, фракция <0,001 мм	80,0
Монтмориллонит, Аскангель, Аскана, ГрузССР, порода	116,0
Монтмориллонит, Гумбрин, Гумбрин, ГрузССР, Фракция <0,001 мм	84,0
Монтмориллонит (Кил), Курцы, Крым, Фракция <0,001 мм	107,0
Хлорит, Кемпирсай, КазССР, порода	33,0
Сепиолит, Новая Акермановка, Урал, порода	31,0
Мусковит, Мамское месторождение, порода	4,8
Пирофиллит, Бахговский завод, Урал, порода	14,0
Тальк, р. Орот, Восточная Сибирь, порода	13,0

Приложение Б

Таблица 2 – Оценка изолирующей способности глинистых покрышек по их деформационным и прочностным свойствам (по Г. Е. Кузьменковой, А. А. Фомину, 1979 г.)

Группа	Порода	Характеристика изолирующей способности пород	p_0 , МПа	K	$E_{ш} \cdot 10^{-5}$	T	E_{σ}	$p_{пр}$, МПа	$K_{пр}$ мД (по газу)
I	Глины монтмориллонитового, каолинитового и гидрослюдистого состава с малым содержанием неглинистых примесей	Наиболее высокая изолирующая способность. Породы могут быть покрышками как нефтяных, так и газовых залежей	$<1,5-2,0$	$\geq 3,0-3,5$ До ∞	$0,010-0,040$	≤ 10	0	$\geq 6,0-8,0$	$\leq 2 \cdot 10^{-7}$
II	Глины алевритистые, аргиллитоподобные	Средняя изолирующая способность. Породы могут быть покрышками нефтяных и газовых (ограниченно) залежей	$<(1,0+1,5)-4,0$	2,0–3,5	$0,025-0,090$	10–25	1	$>1,0-6,0$	$2 \cdot 10^{-7}-10^{-3}$
III	Аргиллиты, алевролиты глинистые	Низкая изолирующая способность. Породы могут быть лишь ограниченно покрышками нефтяных залежей	$\geq 2,0-12,5$	1,8–2,0	$0,08-0,13$	25–30	3–5	$<1,0$	$<10^{-3}$

p_0 – предел текучести породы, K – коэффициент пористости, $E_{ш}$ – модуль Юнга по штампу, T – количество трещин на 1 м, E_{σ} – изменение объема, $p_{пр}$ – предельная нагрузка, $K_{пр}$ – коэффициент проницаемости.

Приложение В

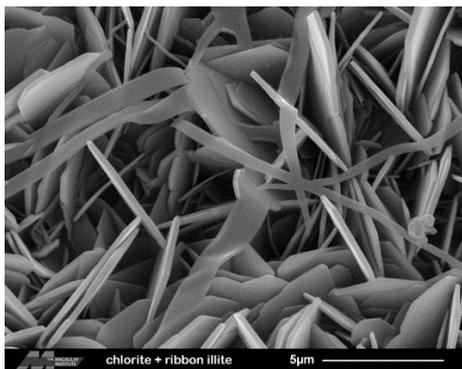


Рисунок 1 – ПЭМ Хлорит с волокнистой (ленты) иллита (Размеры: ~ 20 мкм в ширину)

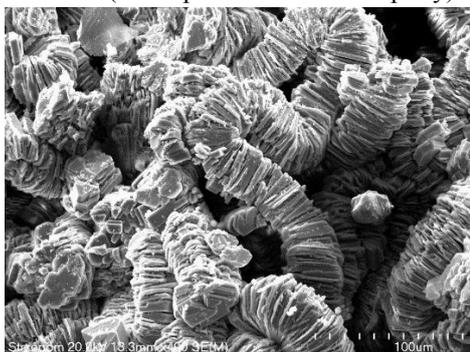


Рисунок 3 – ПЭМ Хлорит богатых Fe и Al (Размеры: Поле зрения пригл. 350 микрон)

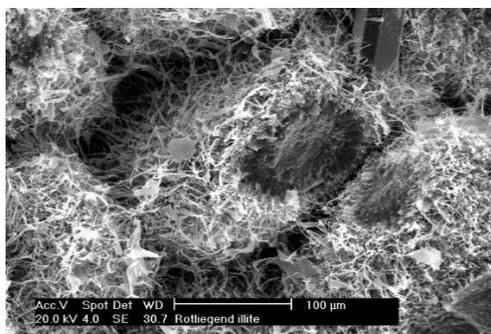


Рисунок 5 – ПЭМ – фотографии частиц гидрослюда (Волокнистый иллита, критическая точка сушат)

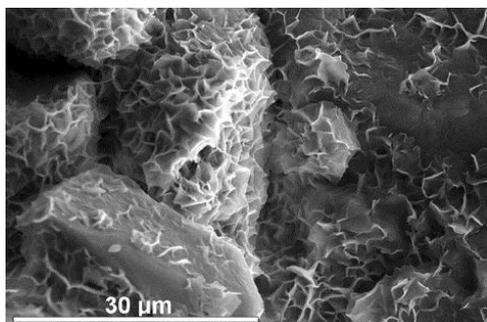


Рисунок 7 – ПЭМ- фотографии частиц монтмориллонита

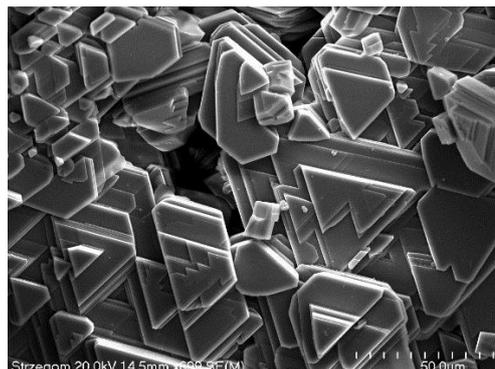


Рисунок 2 – ПЭМ Хлорит богатых Fe и Al (Размеры: Поле зрения пригл. 180 микрон)

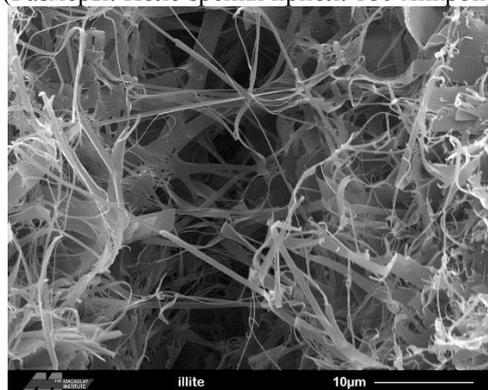


Рисунок 4 – ПЭМ Иллит (Размеры: ~ 20 мкм в ширину)

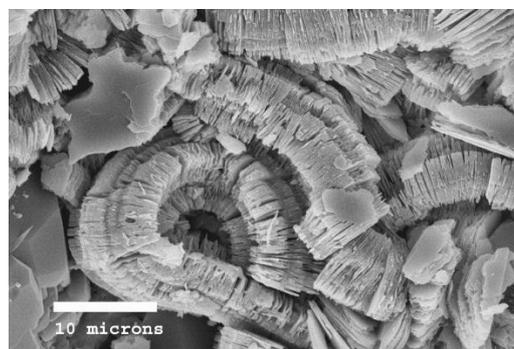


Рисунок 6 – ПЭМ- фотографии частиц каолинита

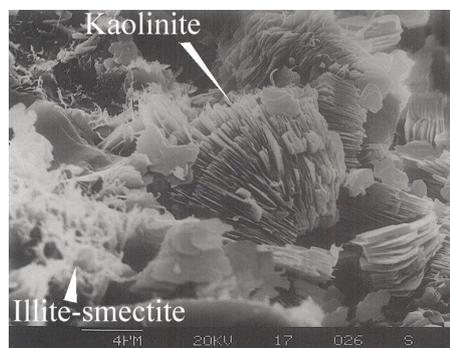


Рисунок 8 – СЭМ- фотография образца глинистого (Китай)