

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра минералогии, кристаллографии и петрографии

Допущены
к проведению занятий в 2016-2017 уч.году
Заведующий кафедрой
профессор

«01» сентября 2016 г.


М.А.Иванов

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ
для проведения лабораторных занятий по учебной дисциплине

**«ПЕТРОГРАФИЯ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ
НЕФТИ И ГАЗА»**

Специальность (направление подготовки): 21.05.02 «Прикладная геология»

Специализация (профиль): Прикладная геохимия, минералогия, петрология

Разработали: проф. В.И. Алексеев

*Обсуждены и одобрены на заседании кафедры
Протокол № 1 от 29 августа 2016 г.*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2016**

ВВЕДЕНИЕ

Россия является одним из мировых лидеров по добыче нефти и газа. Каждые сутки в стране добывается более миллиона тонн нефти и более полутора миллиарда кубометров природного газа. В соответствии с приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 16.07.2008 № 151 «Об утверждении Долгосрочной государственной программы изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России...» к 2020 г. планируется увеличение разведанных и прогнозных запасов углеводородного сырья соответственно до 11,7 и 30 млрд. т. условного топлива.

Вместе с тем, все крупнейшие месторождения нефти и газа Волго-Уральского и Западно-Сибирского регионов находятся на стадии падающей добычи. Практикуется истощительная разработка углеводородов, крайне низкой остается нефтеотдача пластов, а в перспективе ожидается сокращение доли крупных месторождений с благоприятными горно-геологическими и технико-экономическими характеристиками. Главным направлением развития отечественной нефтяной и газовой промышленности становится научная деятельность по прогнозированию перспективных территорий и совершенствованию технологий добычи сырьевых ресурсов. Важная роль в этих процессах отводится литологическим исследованиям, позволяющим понять закономерности строения природных резервуаров, физические свойства нефтяных и газовых пластов и на этой основе объективно оценивать наличие, запасы и эксплуатационные характеристики залежей углеводородов. Глубокое знание петрографии нефтегазоносных комплексов является обязательным для студентов специальности 130101 «Прикладная геология», обучающихся по плану специализаций «Прикладная геохимия, петрология, минералогия» и «Геология нефти и газа».

Объектом исследования петрографии пород-коллекторов являются породы-коллекторы нефти и газа (ПК) – горные породы, пронизанные пустотами различного происхождения и способные вмещать нефть и газ и отдавать их при разработке.

Предметом курса является выявление, изучение и прогнозирование связей между составом, строением, генезисом горных пород природных резервуаров и их коллекторскими свойствами.

Целью преподавания дисциплины является подготовка студентов к производственно-технологической деятельности по освоению нефтегазоносных комплексов, связанной с изучением коллекторских свойств горных пород.

Задачами преподавания дисциплины, связанными с её содержанием, являются:

– усвоение содержания понятий «коллектор», «покрышка», «природный резервуар», «поровое пространство», «проницаемость», терминологии используемой в публикациях и фондовых материалах по вопросам литологии природных резервуаров;

– формирование у студентов представлений о роли пород-коллекторов в миграции и локализации природных углеводородов;

– знакомство с функциональными и статистическими связями между структурно-вещественными и фильтрационно-емкостными особенностями пород;

– освоение петрографических и оценочных классификаций пород-коллекторов;

– развитие навыков интерпретации структурно-литологических данных при прогнозировании, разведке, эксплуатации месторождений нефти и газа и решении сопутствующих экологических задач.

В результате лабораторных занятий по курсу студент должен:

знать главнейшие и нетрадиционные виды пород-коллекторов нефти и газа: их состав, строение, классификацию, коллекторские свойства, особенности их образования и роль в формировании нефтегазоносных комплексов;

уметь грамотно проводить макроскопическое и микроскопическое изучение и диагностику пород нефтегазоносных комплексов, оценивать необходимость применения специальных методов исследования, выполнять описание результатов наблюдений, делать выводы о происхождении, условиях формирования горных пород и их возможной роли в образовании резервуаров нефти и газа.

иметь представление о породах-флюидоупорах и природных резервуарах, о литологическом прогнозировании размещения залежей углеводородов, о нефтегазоносных формациях и значении фациального анализа в нефтегазовой геологии.

Таким образом в процессе лабораторной и самостоятельной работы студент закрепляет представления о роли пород-коллекторов в миграции и локализации природных углеводородов, о зависимости коллекторских свойств горных пород от их состава, строения, водонасыщенности и характера вторичных преобразований и другие знания, полученные на лекциях, усваивает классификацию коллекторов. На лабораторных занятиях студент развивает навыки применения петрографических методов, наблюдательность и умение обоснованно судить о природе и практической ценности пород-коллекторов нефти и газа. Для успешного освоения курса петрографии пород-коллекторов студент должен предварительно пройти курсы «Минералогия», «Литология», «Петрография и петрология», «Основы учения о полезных ископаемых» и «Методы петрографических исследований».

В методических указаниях изложены план и порядок выполнения лабораторных работ по петрографии пород-коллекторов, требования к оформлению их результатов. В виде приложений в указания включены таблица «Типы фаций и глубины осадконакопления» и список тем рефератов по курсу. В конце указаний приведен список основной и дополнительной литературы, которая рекомендована к использованию при выполнении работ.

1. ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Большинство пород-коллекторов отличается переменным составом и строением, а значит имеет множество разновидностей. в программу данного курса включены преимущественно самые распространенные горные породы, с которыми геологи сталкиваются постоянно при изучении резервуаров нефти и газа. от того, насколько точно уже в поле будут определены породы, нередко зависит оперативное решение важных профессиональных вопросов, связанных с открытием месторождений углеводородов и воды, предотвращением аварий при

бурении скважин. именно поэтому на лабораторных занятиях по данному курсу важно учиться диагностировать коллекторы средствами и приемами, доступными в полевых экспедиционных условиях.

Исходным материалом для лабораторных работ служат учебные коллекции горных пород кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии. Студенты должны использовать также при самостоятельной работе учебные каменные коллекции Горного музея, кафедры исторической и динамической геологии, кафедры геологии и разведки месторождений полезных ископаемых.

Большинство экспонатов учебных коллекций представляют собой типичные образцы горных пород. В коллекции включены также редкие образцы, отличающиеся необычными сочетаниями минералов, структурными и текстурными особенностями, наличием контактов горных пород. Такие штуфы имеют большую научную и учебную ценность, так как несут важную генетическую информацию о каких-либо геологических процессах и явлениях. Коллекции ежегодно пополняются из полевых собраний преподавателей и студентов, сотрудников геологических организаций, а также фондов Горного музея.

Лабораторные работы проводят с использованием эталонных и рабочих петрографических коллекций. *Эталонные коллекции* предназначены для демонстрации типичных или, наоборот, редких и аномальных горных пород, их вещественных и структурно-текстурных особенностей. Такие коллекции включают штуфы повышенного качества, снабженные этикетками. Часть эталонных коллекций выставлена на специализированных петрографических стендах. *Рабочие коллекции* служат для практического исследования пород: испытания на твердость, крепость, сланцеватость, реакции на воду и химические реагенты и др. Часть рабочих коллекций используют для выдачи студентам индивидуальных лабораторных заданий. *При работе со всеми коллекциями студенты обязаны относиться к ним бережно: даже раскалывая рабочие образцы, следует экономить ценный каменный материал. Разрешается мыть образцы с ведома преподавателя.*

При микроскопическом исследовании пород-коллекторов исходным материалом для лабораторных работ служат учебные коллекции шлифов горных пород кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии. Аналогично каменным коллекциям они делятся на эталонные и рабочие. К ним также следует относиться крайне бережно, помня о невозможности части шлифового фонда. *Разбитый шлиф – это, как правило, свидетельство низкой квалификации или халатности студента, его некомпетентности как будущего инженера и научного исследователя.*

2. ПОДГОТОВКА К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

При подготовке к проведению лабораторных работ, следует освоить материал лекций, проштудировать соответствующие разделы учебного пособия и другой рекомендуемой учебной и научной литературы. При этом наиболее важные определения, термины, положения необходимо конспектировать, а схемы классификации петрографических совокупностей и важные особенности состава и строения пород фиксировать в виде таблиц и рисунков. Для рациональной

организации такой подготовки самостоятельная работа над заданиями предваряется демонстрациями на лабораторных занятиях эталонных петрографических коллекций кафедры МКП и Горного музея, просмотрами атласов структур и текстур горных пород и других наглядных пособий.

Перед проведением микроскопических исследований студенты должны восстановить в памяти знания по применению кристаллооптического метода определения минералов и горных пород. Макроскопическим наблюдениям должно предшествовать повторение методов минералогии и петрографии. Диагностика пород-коллекторов невозможна без вдумчивого повторения схемы классификации осадочных пород с использованием учебников, учебных пособий и конспектов лекций по курсу литологии, а также классификационных таблиц, имеющиеся в учебных петрографических лабораториях.

3. ТЕМЫ И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Тема 3. ЛИТОГЕНЕЗ ПОРОД–КОЛЛЕКТОРОВ

Лабораторная работа № 1. Продукты гипергенеза

Цель работы: познакомиться с продуктами гипергенеза как ранней стадии формирования пород-коллекторов.

Исходный материал: образцы рабочей коллекции продуктов гипергенеза.

Решаемые задачи: 1) изучение основных изменений горных пород при гипергенезе;

2) восстановление условий и процессов химического выветривания.

Объем работы: не менее 2 образцов.

Лабораторное обеспечение: эталонная коллекция гипергенных образований, экспозиции гипергенных процессов и осадков на кафедре МКП и в Горном музее (зал №16), вытяжной шкаф, оптические бинокулярные микроскопы, минералогические лупы шестикратного увеличения, наборы химической посуды и химических реактивов, наборы шкал твердости, молотки.

Порядок выполнения работы:

1) в образцах изучают основные признаки: цвет, состав, агрегатное состояние, структура, текстура;

2. устанавливают связь состава продуктов химического выветривания (глин, охр и др.) с материнскими породами;

3. делают вывод о типе выветривания или зоне выветривания, в условиях которых сформировался осадок;

4. устанавливают приуроченность материнской коры выветривания к определенной климатической зоне.

Форма представления результатов: письменный отчет, содержащий описание образцов и выводы о факторах гипергенеза и условиях их проявления, а также о качестве коллекторов, образующихся из описанных осадков.

Тема 3. ЛИТОГЕНЕЗ ПОРОД–КОЛЛЕКТОРОВ

Лабораторная работа № 2. Продукты седиментогенеза

Цель работы: познакомиться с продуктами седиментогенеза как стадиями, предшествующей формированию пород-коллекторов.

Исходный материал: образцы рабочей коллекции продуктов седиментогенеза.

Решаемые задачи: 1) изучение преобразования осадочного материала при его транспортировке; 2) определение способов и формы переноса конкретных осадков; 3) восстановление фациальных условий седиментации.

Объем работы: не менее 2 образцов.

Лабораторное обеспечение: эталонная коллекция седиментогенных образований, экспозиции осадков и процессов их переноса и отложения на кафедре МКП и в Горном музее (зал №16), вытяжной шкаф, оптические бинокулярные микроскопы, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, наборы химической посуды и химических реактивов, наборы шкал твердости, молотки.

Порядок выполнения работы:

1) в образцах изучают обломки (размеры, сортировка, окатанность), продукты хемогенной седиментации (цвет, состав, агрегатное состояние, структура, текстура);

2) оценивают возможные способы переноса изучаемого обломочного материала, продуктов химического выветривания;

3) делают вывод о факторах переноса и осаждения изученного вещества;

4) устанавливают приуроченность осадков к определенной обстановке осадконакопления.

Форма представления результатов: письменный отчет, содержащий описание образцов и выводы о фациальных и климатических условиях осадконакопления, а также о качестве коллекторов, образующихся из описанных осадков.

Тема 6. ТЕКСТУРЫ ПОРОД–КОЛЛЕКТОРОВ

Лабораторная работа № 3. Внутрислоевые текстуры

Цель работы: научиться диагностировать и интерпретировать внутрислоевые текстуры пород–коллекторов.

Исходный материал: образцы рабочей коллекции текстур пород–коллекторов.

Решаемые задачи: 1) изучение основных морфологических типов слоистости и оценка гидродинамической активности среды переноса и отложения осадков; 2) анализ возможных причин деформации слоистости и оценка физико-географических условий среды седиментации; 3) изучение характера ископаемых организмов, следов их жизнедеятельности и оценка условий седиментации по ископаемым органическим остаткам; 4) определение характера и процессов постседиментационных преобразований и реконструкция физико-химической обстановки диагенеза и катагенеза.

Объем работы: не менее 2 образцов.

Лабораторное обеспечение: эталонная коллекция текстур осадочных пород, экспозиции текстурных штуфов кафедры МКП и Горного музея (залы №№16, 17), атласы текстур горных пород, оптические бинокулярные микроскопы, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения.

Порядок выполнения работы определяется типом текстуры.

Для слоистых текстур:

1) определяют тип слоистости (горизонтальная, косая, волнистая или их комбинация), описывают и зарисовывают (фотографируют) степень ее контрастности, толщину слойков и серий, характер их границ, последовательность смены слойков, углы их наклона, равномерность и ритмичность;

2) анализируют причины слоистости (неравномерность поступления материала, изменение скорости переноса осадков, взмучивание осадка и др.);

3) оценивают особенности среды переноса и отложения осадков (наличие и скорость течения, наличие волнения, осаждение из взвеси, изменение физико-химической обстановки среды седиментации и др.).

Для деформационных текстур:

1) выполняют подробное описание и зарисовку или фотографирование деформационной текстуры;

2) анализируют причины деформации нормального осадка (оползни, воздействие растений и роющих организмов, взмучивание, гидроразрыв, неравномерное оседание и песчаные дайки и др.);

3) восстанавливают физико-географические условия седиментации (скорость поступления осадка, возможные причины нестабильности осадка в придонном слое, уклон дна и др.).

Для биогенных текстур:

1) определяют систематическое положение органических остатков до класса и, по возможности, до рода;

2) выполняют подробное описание и зарисовку (фотографирование) остатков, псевдоморфоз и отпечатков организмов, растительных остатков (форма,

скульптура, размеры, количество и расположение относительно друг друга и текстурных элементов вмещающих пород), а также ходов илюдов и сверлильщиков (происхождение, размеры, заполнение и соотношение с поверхностями напластования) и биотурбации (причины и интенсивность);

3) устанавливают характер танатоценоза, сохранность фауны и флоры (степень фрагментации, какие части растений и организмов преобладают), наличие признаков переотложения органических остатков (автохтонные или аллохтонные) и оценивают возможные формы переноса и условия отложения органических остатков;

4) реконструируют условия образования осадка (глубина бассейна, близость береговой линии, температура, гидродинамический режим, климат, рельеф на поверхности суши).

Для вторичных текстур:

1) определяют вид текстуры (конкреционная, фунтиковая, стилолитовая и т.п.), зарисовывают или фотографируют и подробно описывают ее (размер, форма, распределение и расположение текстурных элементов относительно друг друга и поверхностей напластования);

2) определяют возможную стадию формирования текстуры (диагенетическая, катагенетическая);

3) оценивают физико-химическую обстановку позднего диагенеза и катагенеза по составу новообразованных текстурных элементов (конкреций, секретий, прожилков).

Форма представления результатов: письменный отчет, содержащий описание, зарисовки (фотографии) образцов и выводы об условиях переноса и седиментации, процессах и физико-химической обстановке в диагенезе и катагенезе, а также о качестве коллекторов, имеющих подобные текстуры.

Тема 6. ТЕКСТУРЫ ПОРОД–КОЛЛЕКТОРОВ

Лабораторная работа № 4. Текстуры поверхности слоя

Цель работы: научиться диагностировать и интерпретировать текстуры поверхности слоя пород–коллекторов.

Исходный материал: образцы рабочей коллекции текстур пород–коллекторов.

Решаемые задачи: 1) изучение основных морфологических видов текстур нижней и верхней поверхностей слоя; 2) установление генезиса знаков, отпечатков и следов; 3) оценка фациальных условий седиментации.

Объем работы: не менее 2 образцов.

Лабораторное обеспечение: эталонная коллекция текстур осадочных пород, экспозиции текстурных штуфов кафедры МКП и Горного музея (залы №№16, 17), атласы текстур горных пород, оптические бинокулярные микроскопы, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения.

Порядок выполнения работы:

1) описывают и зарисовывают (фотографируют) все неровности препарированной поверхности напластования (размер по поверхности, глубина и высота, форма, ориентировка, закономерности распределения и др.);

2) классифицируют неровности (матрицы или слепки, механоглифы или биоглифы, морфологические типы) и диагностируют текстуру;

3) оценивают возможные причины образования текстуры и реконструируют физико-географические условия седиментации.

Форма представления результатов: письменный отчет, содержащий описание, зарисовки (фотографии) образцов и выводы об условиях переноса и отложения осадка, а также о качестве коллекторов, имеющих подобные текстуры..

Тема 7. МАКРОИЗУЧЕНИЕ ПОРОД–КОЛЛЕКТОРОВ

Лабораторная работа № 5. Обломочные коллекторы

Цель работы: изучить вещественные и структурно-текстурные особенности обломочных пород–коллекторов в образцах.

Исходный материал: образцы рабочей коллекции пород–коллекторов.

Решаемые задачи: 1) изучение состава обломков и цемента коллекторов; 2) изучение структур и текстур коллекторов, особенностей их цементации; 3) анализ условий образования и характера постседиментационных преобразований обломочных пород-коллекторов; 4) оценка фильтрационно-емкостных свойств обломочных коллекторов.

Объем работы: не менее 2 образцов.

Лабораторное обеспечение: рабочая и эталонная коллекции образцов пород-коллекторов, выставочные экспозиции осадочных пород кафедры МКП и Горного музея (залы №№16, 17, 18), атласы текстур и структур горных пород, оптические бинокулярные микроскопы, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, наборы химической посуды и химических реактивов, наборы шкал твердости, молотки.

Порядок выполнения работы:

1) в образцах определяют цвет породы, интенсивность окраски, ее распределение в штуфе, причины окраски;

2) определяют размер и степень сортированности обломков, по возможности (в зависимости от зернистости), указывают форму, окатанность и ориентировку обломков;

3) определяют генетический тип текстуры (седиментационная, диагенетическая, катагенетическая); при наличии слоистости указывают ее тип, причины проявления (ориентировка галек, чередование слоев по крупности обломков и т.п.), толщину слойков и серий, характер их границ, наличие относительно крупных обломков в подошве слойков, углы наклона слойков; при наличии деформации слоистости указывают ее причины (оползни, конседиментационные разрывы, переотложение слабо литифицированного осадка и т.д.); в неслоистой породе отмечают степень неоднородности текстуры и характер ее проявления (неравномерность окраски, ориентировка фрагментов, минеральные включения и т.п.);

4) определяют состав обломков, заполняющего вещества и цемента; по реакции с 5%-ным раствором HCl фиксируют содержание карбонатной части в породе;

5) при наличии органических остатков описывают их состав, сохранность и условия захоронения; характеризуя следы жизнедеятельности, указывают их происхождение, размеры, заполнение, соотношение со слоистостью и поверхностью напластования;

6) описывают минеральные включения (конкреции, прожилки, выделения твердых углеводородов, метасоматических минералов): размеры, форма, состав, количество, расположение;

7) описывают пустотное пространство: видимые поры, каверны, трещины, их размеры, форма и расположение;

8) присваивают породе название, которое должно включать главные параметры, выявленные при описании:

- *песчаник серый средне-мелкозернистый, полевошпат-кварцевый, с карбонатным цементом (вскипает от HCl), косослоистый за счет чередования слоев (3-5 мм) крупного и мелкого материала; встречаются скопления обломков (2-8 мм) раковин пелеципод; с трещинами (доли мм), выполненными железистым веществом;*
- *конгломерат красный мелкогалечный (10-20 мм), среднесортированный, состоящий из полуокатанных галек эффузивов, кремней, сидерита; с железисто-глинистым базальным цементом; пористый (0,1x0,5 - 0,7x1,5 мм);*

9) на основании составленного описания делают выводы о составе пород в областях сноса, об условиях зарождения осадка (осадочной фации, см. приложение 1), гидродинамической и аэродинамической активности среды переноса и осаждения материала, глубине, солёности, температуре бассейна седиментации, а также о процессах постседиментационных преобразований; рассматривают возможную роль породы в природных резервуарах.

Форма представления результатов: письменный отчет, содержащий подробное описание, зарисовки (фотографии) образцов и обоснованные выводы о генезисе пород, постседиментационных изменениях, свойствах пород как коллекторов или флюидоупоров, возможных условиях залегания.

Тема 7. МАКРОИЗУЧЕНИЕ ПОРОД–КОЛЛЕКТОРОВ

Лабораторная работа № 6. Карбонатные коллекторы

Цель работы: изучить вещественные и структурно-текстурные особенности карбонатных пород–коллекторов в образцах.

Исходный материал: образцы рабочей коллекции пород–коллекторов.

Решаемые задачи: 1) изучение состава карбонатных коллекторов; 2) изучение структур и текстур коллекторов; 3) определение условий образования и характера постседиментационных преобразований карбонатных пород-коллекторов; 4) оценка фильтрационно-емкостных свойств карбонатных коллекторов.

Объем работы: не менее 2 образцов.

Лабораторное обеспечение: рабочая и эталонная коллекции образцов пород-коллекторов, выставочные экспозиции осадочных пород кафедры МКП и Горного музея (залы №№16, 17, 18), атласы текстур и структур горных пород,

оптические бинокулярные микроскопы, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, наборы химической посуды и химических реактивов, наборы шкал твердости, молотки.

Порядок выполнения работы:

1) в образцах определяют вещественный состав карбонатных пород с помощью 5%-ного раствора HCl: известняки бурно "вскипают", крупнокристаллические доломиты и сидериты не вскипают, мелкокристаллические и пелитоморфные доломиты сначала впитывают кислоту, а затем медленно выделяют пузырьки газа;

2) определяют наличие некарбонатных примесей: присутствие песчано-алевритового обломочного материала устанавливают визуально с помощью лупы; глинистая примесь проявляется в серой окраске, мягкости породы, а также наличием темного пятна после действия HCl;

3) описывают цвет на свежем изломе и на выветрелой поверхности: желтая или красная окраска свидетельствует о наличии железистых включений, темно-серая и бурая – о присутствии органического вещества и битумов, белесая – об отсутствии примесей;

4) описывают структуру карбонатных коллекторов; обращают внимание на излом породы: микрозернистые породы имеют землистый излом, средне-крупнозернистые – кристаллический сверкающий;

5) описывают текстуру породы: отмечают слоистость, ее морфологические признаки, характер проявления; для постседиментационных текстур фиксируют проявления признаков растворения (стилолитов), перекристаллизации и замещения;

6) при характеристике органических остатков определяют их систематическое положение, состав, сохранность, условия захоронения и следы жизнедеятельности (сверление, зарывание в грунт, прикрепление к твердому субстрату);

7) описывают конкреции и включения в карбонатных породах: их состав, количество, форма, структура, текстура, взаимоотношение с основной частью породы;

8) описывают пустотное пространство: тип пустот (поры, каверны, трещины), их размеры, форма, происхождение;

9) присваивают породе название, которое должно включать главные параметры, выявленные при описании:

➤ *известняк органогенно-обломочный светло-серый с желтоватым оттенком, крупнозернистый, массивный, с зернистым изломом, полидетритовый (преобладают брахиоподы и криноидеи 0,1-4,0 мм), с терригенной примесью (5-7 %) и пелитоморфным цементом; пористый (0,1x0,5 - 2x5 мм);*

➤ *доломит водорослевый серый, крепкий, плотный, тонкослоистый (0,3-1,3 мм), с шероховатым изломом, микрозернистый; на плоскостях напластования глинистые примазки; с многочисленными прожилками (0,2-1,0 мм) кальцита;*

10) делают выводы о принадлежности карбонатной породы к генетической группе (органогенные, обломочные, хемогенные, измененные), обстановке

осадконакопления (см. приложение 1) и вторичных преобразованиях; описывают коллекторские свойства породы.

Форма представления результатов: письменный отчет, содержащий подробное описание, зарисовки (фотографии) образцов и обоснованные выводы о генезисе пород, постседиментационных изменениях, свойствах пород как коллекторов или флюидоупоров, возможных условиях залегания.

Тема 7. МАКРОИЗУЧЕНИЕ ПОРОД–КОЛЛЕКТОРОВ

Лабораторная работа № 7. Нетрадиционные коллекторы

Цель работы: изучить вещественные и структурно-текстурные особенности глинистых, кремнистых, соляных и вулканогенно-осадочных пород–коллекторов в образцах.

Исходный материал: образцы рабочей коллекции пород–коллекторов.

Решаемые задачи: 1) изучение состава нетрадиционных коллекторов; 2) изучение структур и текстур коллекторов; 3) определение условий образования и характера постседиментационных преобразований пород-коллекторов; 4) оценка фильтрационно-емкостных свойств нетрадиционных коллекторов.

Объем работы: не менее 2 образцов.

Лабораторное обеспечение рабочая и эталонная коллекции образцов пород-коллекторов, выставочные экспозиции осадочных пород кафедры МКП и Горного музея (залы №№16, 17, 18), атласы текстур и структур горных пород, оптические бинокулярные микроскопы, минералогические лупы 6-ти кратного увеличения, наборы химической посуды и химических реактивов, наборы шкал твердости, молотки.

Порядок выполнения работ определяется петрографическим видом коллектора.

Для глинистых коллекторов:

1) определяют размокаемость глинистой породы: кусок породы (2-4 см) помещают в стакан с водой; если порода в воде размокает в течение 1-5 мин., ее называют глиной, 20-30 мин. – уплотненной глиной, если порода не размокает, ее относят к аргиллитам или глинистым сланцам;

2) определяют пластичность породы: кусок породы (1-3 см) замешивают с водой и раскатывают; настоящая глина раскатывается в очень тонкую нить, суглинки – в более толстую (2-5 мм), а супеси не раскатываются;

3) определяют разбухаемость породы: кусок породы (2-4 см) помещают в мерный стакан, затем определяют изменение объема; каолиновые глины в воде не разбухают, гидрослюдистые – не разбухают, но распадаются на мелкие комки, чешуйки и пластинки, монтмориллонитовые глины сильно набухают (до 10-ти кратного увеличения объема);

4) определяют цвет глинистых пород, его интенсивность, распределение в породе, причины окраски; каолиновые глины отличаются обычно белой окраской, монтмориллонитовые глины окрашены в голубовато-зеленые или сероватые цвета, гидрослюдистые глины характеризуются разнообразной окраской; гидрокислы и окислы железа окрашивают глину в различные оттенки желтого,

бурого, красного цветов. Примесь битумов придает глине светло-коричневые тона, а органическое вещество окрашивает глину в серый и черный цвета;

5) детально описывают слоистость, определяют ее морфологический тип, приводят результаты замеров толщины слоев и серий; при отсутствии слоистости отмечают наличие и причины неоднородности породы (пятнистая, гнездовидная, линзовидная текстура) с указанием размеров включений;

6) определяют отдельность глинистой породы: для слоистых глин характерна плитчатая или листоватая отдельность, неслоистые глины распадаются на куски угловатой, комковатой или эллипсоидальной формы, в уплотненных глинах и аргиллитах встречаются плитчатая, скорлуповатая и желвакообразная отдельности;

7) определяют излом глинистой породы: тонкодисперсные глины имеют гладкий, матовый, шелковистый, раковистый, чешуйчатый излом; глины, содержащие алевритовую примесь, – землистый, неровный, шероховатый излом, песчаные глины – зернистый и неровный; аргиллиты и глинистые сланцы имеют матовый, раковистый или ступенчатый излом;

8) приводят детальное описание включений обломочного материала, органических остатков, минеральных агрегатов;

9) присваивают породе название, которое должно включать главные параметры, выявленные при описании:

- *глина голубовато-серая с остроугольно-кусковой отдельностью, раковистым изломом, следами ходов червей, вероятно, монтмориллонитовая;*
- *аргиллит темно-серый с матовым и ступенчатым изломом, плитчатой отдельностью и отпечатками граптолитов; неотчетливо тонкослоистый; по поверхностям отдельности наблюдаются примазки лимонита;*

10) делают выводы об обстановке образования глинистой породы (см. приложение 1) и условиях ее дальнейшего преобразования, о ее коллекторских свойствах.

Для кремнистых и соляных коллекторов:

1) определяют цвет, его оттенок, интенсивность, распределение в породе, возможную причину окраски;

2) описывают структуру (кристаллическая, обломочная, оолитовая, бобовая, колломорфная) с указанием размера компонентов породы и описанием их формы;

3) при описании текстуры определяют ее генезис – первичный или вторичный;

для первичных текстур указывают однородность строения (массивная, пятнистая, конкреционная, конгломератовидная, почковидная, оползневая), для слоистых текстур определяют тип слоистости (горизонтальная, волнистая, косая), толщину и распределение слоев, характер их границ, для биогенных текстур указывают состав породообразующих организмов, их форму, размеры, характер расположения по отношению друг к другу и плоскостям напластования;

для вторичных текстур указывают тип, распределение и ориентировку вторичных текстурных элементов, а затем определяют факторы их образования (диагенетическая или катагенетическая перекристаллизация, растворение, замещение, окисление, трещиноватость);

4) определяют минеральный состав коллектора, устанавливают с помощью 5%-ного раствора HCl наличие карбонатной примеси, фиксируют обломочные и глинистые включения в виде слоев, линз и рассеянной примеси;

5) описывают минеральные включения (оолиты, бобовины, конкреции) с указанием их размеров, формы, состава, пространственного расположения и количества;

6) описывают пустотное пространство, отмечая его тип (поры, каверны, трещины), структуру (размеры, форма, сообщаемость пустот) и происхождение;

7) определяют физические свойства породы: плотность, крепость, пористость;

8) присваивают породе название, которое должно включать главные параметры, выявленные при описании:

➤ *кремистый сланец темно-серый, сланцеватый по напластованию (плитки толщиной <10 мм), с множеством прожилков кварца (0,5-2,0 мм) и мелкого окисленного пирита на плоскостях напластования; от HCl не вскипает;*

➤ *Диатомит белый матовый с редкими светло-серыми восковидными прослойками (<1 мм), легкий, сильно пачкающий руки, прилипающий к языку; от HCl не вскипает;*

9) делают вывод о происхождении породы, условиях образования материнского осадка, постседиментационных преобразованиях и возможных формах залегания; описывают коллекторские свойства породы.

Для вулканогенно-осадочных коллекторов:

1) определяют состав обломочной части породы: главные, второстепенные и вторичные минералы, обломки эффузивных или других пород и вулканического стекла; оценивают содержание главных компонентов;

2) определяют состав цемента (пепел, карбонаты, цеолиты, глинистые минералы);

3) описывают цвет на свежем изломе и на выветрелой поверхности, стремясь конкретизировать представления о составе породы;

4) описывают структуру вулканогенного коллектора: размер зерен, их тип (обломки минералов, пород, стекла), окатанность и сортированность обломков, их соотношение с цементом;

5) описывают текстуру породы: отмечают степень однородности, признаки слоистости, постседиментационные текстурные особенности (миндалины, прожилки, участки перекристаллизации);

6) описывают пустотное пространство: тип пустот (поры, каверны, трещины), их размеры, форма, происхождение;

7) присваивают породе название, которое должно включать главные параметры, выявленные при описании:

➤ *Туф андезитовый темно-серый с зеленоватым оттенком, песчано-гравийный, кристаллолитокластический, однородный, несортированный, с редкими кальцитовыми прожилками и изометрическими порами (0,1-2,5 мм);*

8) делают выводы о принадлежности вулканогенно-осадочных пород к генетической группе (туфы, туффиты, туфогенные породы), обстановке

осадконакопления и вторичных преобразованиях; оценивают возможные коллекторские свойства породы.

Форма представления результатов: письменный отчет, содержащий подробное описание, зарисовки (фотографии) образцов и обоснованные выводы о генезисе пород, постседиментационных изменениях, свойствах пород как коллекторов или флюидоупоров, возможных условиях залегания.

Тема 9. МИКРОИЗУЧЕНИЕ ПОРОД–КОЛЛЕКТОРОВ

Лабораторная работа № 8. Обломочные коллекторы

Цель работы: изучить вещественные и структурно-текстурные особенности обломочных пород–коллекторов в шлифах.

Исходный материал: шлифы рабочей коллекции пород–коллекторов.

Решаемые задачи: 1) изучение состава обломков и цемента коллекторов; 2) изучение структур и пустотного пространства коллекторов, особенностей их цементации; 3) анализ условий образования и характера постседиментационных преобразований обломочных пород; 4) оценка фильтрационно-емкостных свойств обломочных коллекторов и их зависимости от состава и постседиментационных преобразований.

Объем работы: не менее 2 шлифов.

Лабораторное обеспечение: рабочая и эталонная коллекции шлифов пород–коллекторов кафедры МКП и Горного музея, атласы текстур и структур горных пород, поляризационные микроскопы «ПОЛАМ С-111», «ПОЛАМ Р-211», наборы химической посуды и химических реактивов.

Порядок выполнения работы:

1) определяют качественный минеральный состав обломков и цемента с разделением на аллотигенные и аутигенные компоненты;

2) определяют петрографическую принадлежность обломков пород: наиболее распространенными породами в составе обломков являются микрозернистые вулканиты, кремнистые и уплотненные глинистые породы, а также различные метаморфические микросланцы; обломки пород в шлифах определяют по микроструктуре (пилотакситовой, микрографической, микролепидобластовой, органогенной и т.д.);

3) подготавливают шлиф к количественному анализу породы: на шлифе с обратной стороны проводят 6 параллельных линий, а также 6 линий в перпендикулярном направлении; определяют цену деления шкалы окуляра при различных объективах;

4) передвигая шлиф и совмещая шкалу окуляра с указанными линиями, измеряют все зерна и цемент, попавшие на линии и записывают все компоненты породы (включая поры) и число занятых ими делений для каждой шкалы (например, плагиоклаз – 10, кварц – 10, обломки вулканитов – 20, обломки яшмы – 15, глинистый цемент – 25, кальцитовый цемент – 15, поры – 5);

5) вычисляют количественный минеральный состав породы: средние по всем шкалам и линиям содержания обломков и цемента; средние содержания аллотигенных и аутигенных минералов, обломков пород (по видам),

количественный состав цемента; при наличии пор рассчитывают общую пористость;

6) оценивают гранулометрический состав обломков, подсчитав количество делений, приходящихся на алевритовую (0,01-0,1 мм), мелко- (0,1-0,25 мм), средне- (0,25-0,5 мм) и крупнозернистую (0,5-1,0 мм) песчаную и гравийную (1,0-10,0 мм) фракции, и вычислив процентное содержание каждой из фракций;

7) производят детальное описание аллотигенных минералов породы (кварц, полевые шпаты и др.): средние размеры, форма (идиоморфизм, габитус, окатанность, степень изометричности), двойники, включения, вторичные изменения, деформированность; при характеристике обломков пород указывают форму, степень окатанности, вид породы, структура, вторичные преобразования;

8) производят детальное описание аутигенных минералов породы (хлорит, кальцит, глауконит и др.), устанавливают последовательность образования минералов цемента; для органических остатков указывают их классификационную принадлежность, размеры, структуру, степень сохранности, минеральный состав;

9) описывают структуру и микротекстуру породы, структуру цемента, а на участках его отсутствия – способ цементации (вдавливание, конформное приспособление, соединение по зубчатым швам); при описании открытых пор и трещин отмечают их форму, размеры, сообщаемость между собой;

10) определяют палеогеографические условия седиментации (дальность переноса, динамика водной среды, условия седиментации – см. приложение 1), состав пород источника сноса обломочного материала, описывают историю дальнейшего развития породы, характер и последовательность процессов преобразования; описывают коллекторские свойства породы.

Форма представления результатов: письменный отчет, содержащий первичные данные изучения состава и строения породы (расчеты количественного минерального и гранулометрического состава), детальное описание пород, сопровождаемое количественными характеристиками, зарисовками (фотографиями) шлифов, обоснованные выводы об условиях образования и постседиментационных изменениях пород, коллекторских свойствах пород и их зависимости от минерального состава и структуры.

Тема 9. МИКРОИЗУЧЕНИЕ ПОРОД–КОЛЛЕКТОРОВ

Лабораторная работа № 9. Карбонатные коллекторы

Цель работы: изучить вещественные и структурно-текстурные особенности карбонатных пород–коллекторов в шлифах.

Исходный материал: шлифы рабочей коллекции пород–коллекторов.

Решаемые задачи: 1) изучение состава коллекторов; 2) изучение структур и пустотного пространства коллекторов; 3) анализ условий образования и характера постседиментационных преобразований карбонатных пород; 4) оценка фильтрационно-емкостных свойств карбонатных коллекторов и их зависимость от состава и постседиментационных преобразований.

Объем работы: не менее 2 шлифов.

Лабораторное обеспечение: рабочая и эталонная коллекции шлифов пород-коллекторов кафедры МКП и Горного музея, атласы текстур и структур горных пород, поляризационные микроскопы «ПОЛАМ С-111», «ПОЛАМ Р-211», наборы химической посуды и химических реактивов.

Порядок выполнения работы:

1) определяют качественный минеральный состав породы, используя как кристаллооптические способы, так и реакцию минералов на краю шлифа без покровного стекла на 5%-ный раствор HCl и на различные окрашивающие реактивы (ализариновый красный, метилвиолет, железосинеродистый калий и др.);

2) количественно оценивают содержание компонентов породы (органические остатки и цемент; сгустки и цементирующая масса; участки пелитоморфной структуры и перекристаллизации; некарбонатные компоненты);

3) приводят детальную характеристику каждой из компонентов, начиная с преобладающего;

для органических остатков отмечают название в пределах типа, класса и, по-возможности, – в пределах отряда, семейства или рода, минеральный состав и внутреннюю структуру, степень сохранности, признаки перекристаллизации или замещения; форму, размеры, степень окатанности;

для цементирующей массы указывают минеральный состав, характеризуя каждый минерал: содержание, размеры, морфология, характер распределения;

для примесей указывают их содержание, состав, размеры, характер распределения;

4) описывают структуру и микротекстуру породы, обращая особое внимание на постседиментационные изменения в породе (растворение, перекристаллизация, образование поздних аутигенных карбонатных и некарбонатных минералов);

5) при наличии пустот описывают их форму, размеры, характер распределения и сообщения; подсчитывают процентное содержание пустотного пространства от площади шлифа;

6) оценивают условия седиментации карбонатной породы (см. приложение 1) и последовательность ее постседиментационных преобразований;

7) характеризуют коллекторские свойства породы, делают выводы о влиянии состава и структуры породы на строение пустотного пространства.

Форма представления результатов: письменный отчет, содержащий детальное описание минерального состава и строения породы, зарисовки (фотографии) шлифов, обоснованные выводы об условиях образования и постседиментационных изменениях пород, коллекторских свойствах пород и их зависимости от минерального состава и структуры.

Тема 9. МИКРОИЗУЧЕНИЕ ПОРОД–КОЛЛЕКТОРОВ

Лабораторная работа № 10. Нетрадиционные коллекторы

Цель работы: изучить вещественные и структурно-текстурные особенности глинистых, кремнистых, соляных и вулканогенно-осадочных пород–коллекторов в шлифах.

Исходный материал: шлифы рабочей коллекции пород–коллекторов.

Решаемые задачи: 1) изучение состава нетрадиционных коллекторов; 2) изучение структур и пустотного пространства коллекторов; 3) анализ условий образования и характера постседиментационных преобразований пород; 4) оценка фильтрационно-емкостных свойств нетрадиционных коллекторов и их зависимости от состава и постседиментационных преобразований.

Объем работы: не менее 2 шлифов.

Лабораторное обеспечение: рабочая и эталонная коллекции шлифов пород-коллекторов кафедры МКП и Горного музея, атласы текстур и структур горных пород, поляризационные микроскопы «ПОЛАМ С-111», «ПОЛАМ Р-211», наборы химической посуды и химических реактивов.

Порядок выполнения работы:

1) определяют качественный минеральный состав породы используя как кристаллооптические способы, так и реакцию минералов на воду и 5%-ный раствор HCl на краю шлифа без покровного стекла; в тонкодисперсных глинистых и кремнистых породах оптические свойства оценивают для агрегата в целом; внимательно изучают и диагностируют все изотропные фазы (пелит, опал, галит, вулканическое стекло);

2) количественно оценивают содержание компонентов породы (органические остатки и цемент; сгустки и цементирующая масса; участки пелитоморфной, микрозернистой структуры и перекристаллизации; аллотигенные компоненты);

3) приводят детальную характеристику каждой из компонентов, начиная с преобладающего: содержание, размеры, морфология, характер распределения;

для органических остатков в кремнистых и глинистых породах отмечают название в пределах типа, класса и, по-возможности, – в пределах отряда, семейства или рода, минеральный состав и внутренняя структура, степень сохранности, признаки перекристаллизации или замещения; форма, размеры, степень окатанности;

для цементирующей массы вулканических туфов указывают минеральный состав и взаимоотношение с обломками;

для примесей указывают их содержание, состав, размеры, характер распределения; в глинистые породы обращают внимание на карбонатные, сульфидные, сульфатные конкреции, в кремнистых – на стяжения глауконита и фосфорита; рассматривают вопрос о наличии и формах выделения органического вещества;

4) описывают структуру и микротекстуру породы, обращая особое внимание на постседиментационные изменения в породе (растворение, перекристаллизация, образование поздних аутигенных минералов); в глинистых породах особое внимание обращают на микротекстуры (сланцеватая и щеповидная в гидрослюдистых агрегатах, сноповидная – в монтмориллонитовых, «червячная» – в каолинитовых); в вулканогенных породах останавливаются на гранулометрическом составе обломков

5) при наличии пустот описывают их форму, размеры, характер распределения и сообщения; подсчитывают процентное содержание пустотного пространства от площади шлифа;

б) оценивают условия седиментации горной породы (см. приложение 1) и последовательность ее постседиментационных преобразований;

7) характеризуют коллекторские свойства породы, делают выводы о влиянии состава и структуры породы на строение пустотного пространства.

Форма представления результатов: письменный отчет, содержащий детальное описание минерального состава и строения породы, зарисовки (фотографии) шлифов, обоснованные выводы об условиях образования и постседиментационных изменениях пород, коллекторских свойствах пород и их зависимости от минерального состава и структуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее существенным методическим моментом в лабораторных работах является самостоятельное выполнение всех практических действий – от разработки плана исследования образца или шлифа до интерпретации полученных результатов. Учитывая, что данный курс преподается в девятом семестре, очень важно использовать весь багаж ранее полученных студентами специальных знаний по минералогии, литологии, исторической геологии и другим предметам. Немаловажным фактором успеха студента при изучении петрографии пород-коллекторов является грамотное использование эталонных коллекций кафедры МКП и Горного музея. Применение настоящих методических рекомендаций позволит студентам в будущем успешно специализироваться в области литологии нефтегазоносных бассейнов.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основной:

1. *Алексеев В.И.* Петрография пород-коллекторов нефти и газа: Учеб. пособие. СПб: Изд-во СПГГУ, 2010.
2. *Алексеев В.И., Петров Д.А.* Петрография и литология: Учеб. пособие. СПб: Изд-во СПГГУ, 2011.
3. *Алексеев В.И., Петров Д.А.* Петрография и литология: Методические указания по выполнению лабораторных работ. СПб.: Изд-во СПГГУ, 2011.
4. *Арчegov В.Б.* Геология нефтегазовых бассейнов: Методические указания для самостоятельной работы / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост. В.Б. Арчegov. СПб, 2015.
5. *Иванов М.А., Алексеев В.И.* Литология. Петрография осадочных пород: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПГГУ, 2009.

Дополнительный:

6. *Алексеев В.П.* Литолого-фациальный анализ: Учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2002.
7. Атлас карбонатных коллекторов месторождений нефти и газа Восточно-Европейской и Сибирской платформ / К.И. Багринцева, А.Н. Дмитриевский, Р.А. Бочко. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003.
8. Атлас текстур и структур осадочных горных пород / Ред. А.В. Хабаков. Ч.1. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 578 с.; Ч.2. М.: Недра, 1969.
9. *Бурлин Ю.К., Конюхов А.И., Карнюшина Е.Е.* Литология нефтегазоносных толщ: Учебное пособие для вузов. М.: Недра, 1991.
10. *Гмид Л.П. и др.* Методическое руководство по литолого-петрографическому и петро-химическому изучению осадочных пород-коллекторов / Л.П. Гмид, Л.Г. Беленовская, Т.Д. Шибина, Н.С. Окнова, А.В. Ивановская; под ред. А.М. Жаркова. СПб.: ВНИГРИ, 2009.
11. *Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А.* Петрофизика. М.: Недра, 1991.
12. *Киркинская В.Н., Смехов Е.М.* Карбонатные породы – коллекторы нефти и газа. М.: Недра, 1981.
13. *Клубова С.В.* Вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы–коллекторы нефти и газа // Геология, методы поисков и разведки месторождений нефти и газа. М.: ВИЭМС, 1982.
14. *Клубова Т.Т.* Глинистые коллекторы нефти и газа. М.: Недра, 1988.
15. *Кобранова В.Н.* Петрофизика. М.: Недра, 1986.
16. *Кузнецов В.Г.* Литология. Осадочные горные породы и их изучение: Учеб. пособие для вузов. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007.
17. *Логвиненко Н.В.* Петрография осадочных пород (с основами методики исследования): Учебник для студентов геолог. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1984.
18. *Логвиненко Н.В., Сергеева Э.И.* Методы определения осадочных пород: Учебное пособие для вузов. Л.: Недра, 1986.
19. *Прошляков Б.К., Гальянова Т.И., Пименов Ю.Г.* Коллекторские свойства осадочных пород на больших глубинах. М.: Недра, 1987.

20. *Прошляков Б.К., Кузнецов В.Г.* Литология: Учебник для вузов. М.: Недра, 1991.
21. *Ханин А.А.* Породы–коллекторы нефти и газа и их изучение. М.: Недра, 1969.
22. *Швецов М.С.* Петрография осадочных пород. М.: Госгеолтехиздат, 1958..

Профессор

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'В.И. Алексеев', is written above a horizontal line.

Алексеев В.И.