

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Методические указания

по выполнению лабораторных работ по дисциплине

ЛИТОЛОГИЯ

Специальность
Специализация

21.05.02 Прикладная геология
Геология месторождений нефти и газа

Ставрополь, 2026

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины является формирование набора компетенций будущего специалиста в области обучения, воспитания и развития, соответствующих целям ОП ВО специальности 21.05.02 «Прикладная геология».

Для освоения дисциплины поставлены следующие задачи:

1. Дать основные представления об общей и частной классификации и номенклатуре осадочных пород, основных этапов формирования и преобразования осадочных пород, типах литогенеза и характерных для них типов пород.

2. Помочь студентам изучить характеристики основных (континентальных, морских и переходных от морских к континентальным) фаций, уметь определять и производить описание состава, структуры и текстуры горных пород макроскопически и с помощью микроскопа, производить простейшие литологические исследования пород, обобщать аналитические данные.

К изучению осадочных горных пород приступают после длительного ознакомления с пороодообразующими минералами, включающими навыки микроскопического определения, и магматическими горными породами, на примере которых студенты получают представление о минеральном составе, структурных и текстурных признаках горных пород.

Необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что магматические породы при их разрушении являются источниками вещества для образования осадочных пород. Часть вещества переносится в виде обломков горных пород и минеральных зерен различного размера, образуя после отложения так называемые обломочные осадочные породы. Другая часть разрушающихся горных пород переходит в раствор. Легко растворяются различные соли калия, натрия, кальция, магния.

Выпадение солей в массовых количествах (очень часто в этом процессе принимают участие живые организмы) приводит к образованию пород так называемого биохимического генезиса. Важными классификационными признаками осадочных пород являются их состав, структура и текстура.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Познакомить студентов с породообразующими минералами осадочных горных пород, их характерными оптическими свойствами и научить правильно описывать и определять эти минералы, основываясь на диагностических признаках.

Теоретическая часть. В осадочных породах могут встречаться практически все минералы магматических пород, вовлеченные в процесс осадконакопления как перенесенный обломочный материал. Большей частью породообразующими в осадочных породах являются осадочные новообразования, которые в отличие от магматических минералов выпадают не из расплавов, а из водных растворов – истинных и коллоидных, в среде, богатой кислородом и водой. Среди минералов осадочных пород наибольшее распространение получили минералы группы кремнезема, карбонатные, глинистые, сульфатные минералы, минералы группы солей, фосфатные, а также сульфидные и окисные минералы железа.

Минералы группы кремнезема.

Кварц (SiO_2) является одним из самых распространенных минералов. В шлифах он прозрачен, бесцветен, форма обломков изометрична, спайность отсутствует. Показатель преломления низкий (1,54-1,56), сила двупреломления также низкая (0,009), поэтому при скрещенных николях окраска меняется от черной до белой первого порядка. Нередко наблюдается облачное, волнистое угасание зерен кварца, что считается признаком поступления его из метаморфических пород.

Халцедон (SiO_2) – светло-серый, темно-серый. Показатель преломления 1,531-1,539, двупреломление низкое – 0,007, что соответствует серой интерференционной окраске первого порядка. Для халцедона очень характерны радиально-лучистые агрегаты, отдельные сферокристаллы, тонковолокнистые образования. Нередко выполняет органические остатки.

Опал ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) - бесцветный изотропный минерал. Он является наиболее первичной формой выделения осадочного кремнезема. Обезвоживаясь и кристаллизуясь, он переходит в минералы группы халцедона и кварца.

Карбонатные минералы.

Карбонатные минералы играют большую роль в образовании осадочных пород. Наибольшее распространение получили: кальцит (CaCO_3), доломит ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), сидерит (FeCO_3) и т.д.

Кальцит в шлифах прозрачный, бесцветный, характерна очень неправильная лапчатая форма зерен, как бы лепящихся друг на друга, или вдавленных одно в другое, реже ромбоэдрическая. Показатель преломления кальцита 1,486-1,658, вследствие чего наблюдается псевдоабсорция (под микроскопом, без анализатора при повороте столика микроскопа резко меняется шагренё и рельеф). Сила двупреломления – 0,172, что соответствует интерференционной окраске высшего порядка. Спайность совершенная по ромбоэдру хорошо выражена в крупных зернах. В средних наблюдается реже, в мелких отсутствует. В микрозернистых известняках отдельные зерна почти не различимы: при скрещенных николях затухание отсутствует и наблюдается агрегатная поляризация в высоких желтовато-светлых тонах. При очень малой величине зерен шлиф становится непрозрачным, отличаясь большей белизной в отраженном свете, вследствие рассеяния света по всем направлениям граней, перекрывающих друг друга мельчайших зернышек.

Доломит в шлифе прозрачный, бесцветный, реже желтоватый, одноосный, отрицательный. Показатель преломления 1,502-1,686, двупреломление – 0,177-0,181. Как и кальцит обладает свойством псевдоабсорбции. В отличие от кальцита доломит имеет вид более или менее хорошо образованных ромбоэдров различных размеров. Как правило, зерна доломита не приобретают причудливой лапчатой формы (как у кальцита), а остаются резко угловатыми и изометричными. Доломит не образует (в отличие от кальцита) в крупных кристаллах пластинчатых двойников.

Сидерит в шлифах бесцветный, желтовато-бурый, одноосный, отрицательный. Спайность по ромбоэдру совершенная. От других карбонатных минералов отличается по значительно более высокому рельефу (показатель преломления 1,633-1,875). Псевдоабсорбция выражена резко. Встречается в виде ромбоэдров удлинённых и коротких, в виде лепящихся друг на друга зерен, в виде оолитов, иногда микрозернистый, иногда характерно сферолитовое строение. Все карбонатные минералы имеют интерференционные окраски золотисто-желтых тонов.

Сульфатные минералы.

Гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) в шлифах бесцветный, двуосный, положительный, шагренё отсутствует, рельеф отрицательный (показатель преломления 1,520-1,530), сила двупреломления 0,009-0,01, что соответствует белой интерференционной окраске первого порядка. Этим он несколько напоминает кварц. Отличительные признаки, позволяющие отличить его от кварца: 1) у кварца показатель преломления выше, чем у канадского

бальзама, а у гипса - ниже (при изучении обязательно определение относительного показателя преломления по полоске Бекке); 2) спайность у кварца отсутствует, у гипса наблюдается часто; 3) гипс - двуосный, кварц – одноосный. Кристаллы гипса таблитчатые, призматические или игольчатые, часто образуют волокнистые, радиально-лучистые пучки или зернистые агрегаты.

Ангидрит (CaSO_4) в шлифах бесцветный, прозрачный, показатель преломления 1,570-1,614, двупреломление 0,043-0,044, что соответствует высокой интерференционной окраске, наблюдаются цветные каемки – желтые, красные, синие, до зеленой третьего порядка, чем он иногда напоминает мусковит. Формы проявления как у гипса, но преобладают среднезернистые разности, таблитчатые, таблитчато-столбчатые, часто встречаются пластинчато-сферолитовые. От гипса легко отличается: 1) по цветам интерференции; 2) по четкому положительному рельефу, отсутствующему у гипса. От мусковита ангидрит отличается: 1) наличием в некоторых разрезах спайности в двух направлениях под прямым углом; 2) менее резко выраженными и реже расположенными трещинками спайности на разрезах с высокой интерференционной окраской.

Глинистые минералы.

Глинистые минералы являются широко распространенными и наиболее трудно диагностируемыми (в шлифах) порообразующими минералами. Главными представителями глинистых минералов являются гидрослюда, каолинит, монтмориллонит, хлориты. Размеры чешуек или зерен минералов часто достигают лишь долей микрона, что и затрудняет точное определение их в шлифах. Достаточно точно можно изучать глинистые минералы термическими, рентгенографическими и электронно-микроскопическими методами. Оптические свойства глинистых минералов, несмотря на небольшие различия (в целом низкое преломление и невысокие цвета интерференции, объясняющиеся как сравнительно невысоким двупреломлением, так и мелкими размерами глинистых кристаллов), все же в большинстве случаев позволяют отличать одни минералы от других.

Ниже приводятся те оптические свойства наиболее распространенных глинистых минералов, которые позволяют изучить их в поляризационных микроскопах. Правда, не всегда эти минералы можно уверенно определить и в сомнительных случаях даются условные названия (например, «минерал типа каолинита»).

Каолинит – в шлифе часто изотропный. Показатель преломления 1,53 – 1,56. Характерно низкое двупреломление (0,006). Часто видны маленькие кристаллики в виде колод или пачек, значительно реже длинные изгибающиеся, поперечно штрихованные пачки.

Монтмориллонит – в шлифе часто бывает окрашен в желтовато-зеленоватый цвет. Кристаллики в виде маленьких изогнутых пластинок – наблюдаются редко, так как обычно кристаллы не различимы. Показатель преломления (1,47 – 1,53) немного ниже канадского бальзама и калиевых полевых шпатов. Характеризуются высоким (0,02-0,04) двупреломлением, выражающимся в ярких цветах интерференции – желтых, красноватых конца первого порядка. По этому свойству они не отличаются от гидрослюд.

Гидрослюды (иллит) – в шлифе характерны сравнительно крупные четкие листочки и их пачки. Отличаются более высоким, чем у кварца, показателем преломления и яркими цветами интерференции (желтые, красные, синие конца первого и начала второго порядка), свидетельствующими о сравнительно высоком двупреломлении (0,03-0,03). Нередко наблюдается плеохроизм.

Хлориты – слюдоподобные, чешуйчатые, таблитчатые образования, обычно зеленой и голубовато-зеленой окраски. В поляризованном свете плеохроируют. Показатель преломления 1,57-1,66, двупреломления – 0,03-0,06. При скрещенных николях угасает.

Применение новых методов показало, что одним из глинистых минералов группы гидрослюд является глауконит, часто встречающийся в песчано-алевритовых и глинистых породах.

Глауконит в шлифе обычно ярко-зеленый, иногда темно-зеленовато-синий. Часто наблюдается слабый плеохроизм, в желтоватых и зеленоватых тонах. Обычно состоит из беспорядочно смешанных микрозернышек с агрегатной поляризацией. Наиболее распространенной формой проявления глауконита являются мелкие округлые зернышки, среди которых можно различить три разновидности:

1. зерна угловато-округлые (по форме и по величине они близки к обломкам алюмосиликатных песчинок или крупнее их);
2. зерна хорошо окатанные, величина их равна или немного меньше величины обломочных зерен;
3. зерна сферической формы, обычно крупнее соседних песчинок, иногда со следами трещинок, чаще разбиты глубокими трещинами, делящими зерно на несколько округло-овальных лопастей («лопастной глауконит»). При полном распадении зерна на обломки возникают округло-овальные зерна, которые и являются наиболее обычной формой проявления глауконита.

Непрозрачные осадочные минералы.

При изучении шлифов осадочных пород часто встречаются непрозрачные минералы. Они черные при одном и при двух николях. Из них наиболее распространены сернистые соединения железа (пирит FeS_2 , марказит FeS_2), оксиды и гидроксиды железа

(гематит Fe_2O_3 , магнетит Fe_3O_4), титанистые минералы (ильменит FeTiO и продукт его разложения лейкоксен).

Пирит и марказит обычно встречаются в породе как диагенетические образования, реже – как эпигенетические выделения и крайне редко – как обломочные минералы. Мельчайшие зернышки пирита бывают рассеяны беспорядочно по всей породе, чаще располагаются послойно, линзовидными скоплениями или инкрустируя различные органические остатки вплоть, до полного их замещения. Образуются и сохраняются эти минералы в восстановительной среде. Наиболее энергично развиваются на первом этапе диагенеза, после погребения первыми порциями нового осадка. Различить пирит и марказит можно по признакам, указанным в таблице 1.1.

Гематит непрозрачный, иногда просвечивает в очень тонких шлифах, спайность отсутствует. Встречается в виде обломочных зерен, иногда замещает скелетные остатки организмов, слагает центральные тела оолитов, является цементом песчаников.

Магнетит непрозрачный, в редких случаях слегка просвечивает. Легко выветривается, давая бурые гидроокислы железа. Встречается в виде обломочных зерен, часто окатанных октаэдров и крайне редко в виде осадочных новообразований (цементирует участки пород и т.д.). От других рудных минералов отличается высокой магнитностью.

Ильменит непрозрачный рудный минерал, встречается в виде изометричных угловатых, реже окатанных зерен. В проходящем свете ильменит черный, в отраженном – также черный, с характерным полуметаллическим блеском.

Лейкоксен – продукт разложения ильменита, титанита, рутила и других титанистых минералов. Форма зерен обычно неправильная, округлая, эллипсоидальная. Характерные признаки: непрозрачный, белый, иногда с желтоватым оттенком в отраженном свете, поверхность напоминает неглазурованный фарфор.

Таблица 1.1. Вспомогательная таблица для определения непрозрачных минералов

Цвет и оттенок	Формы зерен и выделений	Минерал
Серый, серебристо-серый, темный, синевато-серый	Октаэдры, округлые зерна, корки	Магнетит
Стально-серый, темно-серый с пурпуровым оттенком	Кристаллы, зерна	Ильменит
Золотистый или золотисто-серебристый, часто почти скрытый черным фоном и красно-бурыми потеками	Кубики, корковидные стростки, маленькие кристаллики, пыль. Лучистые агрегаты, шаровидные образования, маленькие кристаллики, пыль	Пирит Марказит
Красный, кирпично-	Агрегаты, оолиты, пыль	Гематит

красный		
Белый, беловато-серый	Комки, зернышки, псевдоморфозы по разным минералам, пятна любой формы	Выветрелые титанистые минералы лейкоксен и др
Бурый, темно-бурый, светло-коричневый	Псевдоморфозы, пятна любой формы, пыль	Лимонит

Оборудование и материалы. Микроскопы, бинокюляры, шлифы породообразующих минералов осадочных горных пород.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания

1. Описать кварц и халцедон, отмечая их характерные отличительные признаки.

2. Определить, какая разновидность кварца встречается в описываемой породе: осадочный кварц (аутигенный), образовавшийся в той же породе, где он находится, или обломочный (аллотигенный), возникший при разрушении магматических и метаморфических пород. При этом следует учитывать, что характерные признаки кварца обломочного – наличие признаков окатанности; характер включений: пузырьки газа, иголки – в кварце магматическом, кристаллики метаморфических минералов – в кварце метаморфическом, признаки кварца осадочного: отсутствие следов окатанности, включения осадочных минералов (гипс, кальцит, глинистые), организмов, либо отсутствие включений; соответствие формы зерен форме той пустоты, где кварц выделился (ксеноморфная).

3. При описании карбонатных минералов (кальцит, доломит, сидерит) прежде всего, следует отметить их характерные признаки, отличающие карбонатные минералы от других минералов осадочных пород (исключительно высокое двупреломление с характерными золотисто-желтыми или блекло-пестрыми цветами интерференции, проявление псевдоабсорбции, агрегатная поляризация, характерная для микрозернистых разностей). Затем, используя другие признаки (в частности форму зерен), выделить среди карбонатных минералов кальцит, доломит, сидерит.

4. При описании глинистых минералов следует выделить хлорит и глауконит, отмечая их характерные признаки. Особое внимание обратить на форму зерен глауконита. Используя данные о форме зерен глауконита, установить условия его образования, учитывая, что форма зерен (см. теорию):

1-я - свидетельствует о том, что глауконит возник путем разложения и замещения зерен алюмосиликатов, особенно биотита, но иногда и кварца;

2-я – свидетельствует о том, что глауконит продукт переноса минерала, образовавшегося в другом месте в виде песчинок;

3-я – свидетельствует в пользу выпадения глауконита из коллоидных растворов.

5. При описании сульфатных минералов следует обратить внимание на характерные отличительные признаки гипса и ангидрита (показатели преломления и порядок интерференционной окраски).

6. Встретив в шлифе при наблюдении с одним николем в проходящем свете черное зерно или пятно (непрозрачный осадочный минерал), установить его на крест нитей, устранить источник света снизу и осветить объект светом сверху, не сдвигая тубуса. Увеличение объекта должно быть не больше восьмидесятикратного. При хорошем освещении темное пятно получает одну из окрасок, указанных в таблице 7.

Содержание отчета. В отчете следует осветить цель работы, дать краткое описание основных отличительных признаков различных минералов, затем описать все оптические свойства и самостоятельно определить в шлифах под микроскопом все породообразующие минералы. Результаты работы представить в виде таблицы 8.

Таблица 1.2. Микроскопическое описание породообразующих минералов

№ обр	Цвет, плеохроизм	Форма зерен, степень идиоморфизма	Спайность, угол спайности	Рельеф, шагренёв	Порядок интерференционной окраски	Характер погасания, угол погасания	Название минерала

Контрольные вопросы

1. Каковы характерные оптические признаки минералов группы кремнезема?
2. Чем отличаются аутигенный и аллотигенный кварц?
3. Каковы характерные признаки, отличающие карбонатные минералы от других минералов осадочных пород?
4. Каковы отличительные признаки, позволяющие отличить гипс от кварца?
5. По каким признакам можно отличить ангидрит от гипса и от мусковита?
6. Охарактеризуйте наиболее распространенные формы проявления глауконита.
7. Каковы особенности изучения непрозрачных осадочных минералов под микроскопом?

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
2. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Научиться описывать структуры, микротекстуры, породообразующие минералы терригенных пород и правильно определять наименование породы.

Теоретическая часть. Микроскопическому исследованию обычно предшествует макроскопическое описание пород в обнажениях или в образцах керна, которое дает важные сведения о породе.

Изложение результатов микроскопического описания пород производится, также как и макроскопического в определенной последовательности.

Оборудование и материалы. Микроскопы, шлифы осадочных пород различных генетических типов.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания.

1. Описание обломочной части породы

2.1 Содержание обломочных частиц в породе (шлифе), рисунок 17.

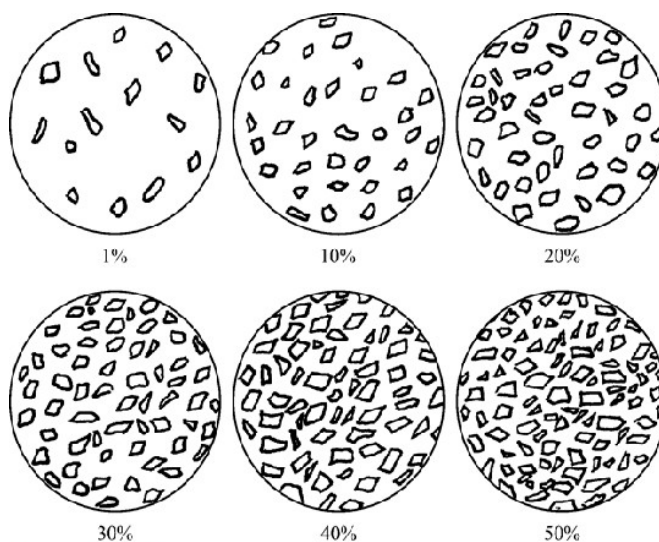


Рисунок 17. Определение содержания структурных элементов в шлифе

2.2 Степень окатанности обломочных частиц, рисунок 18.

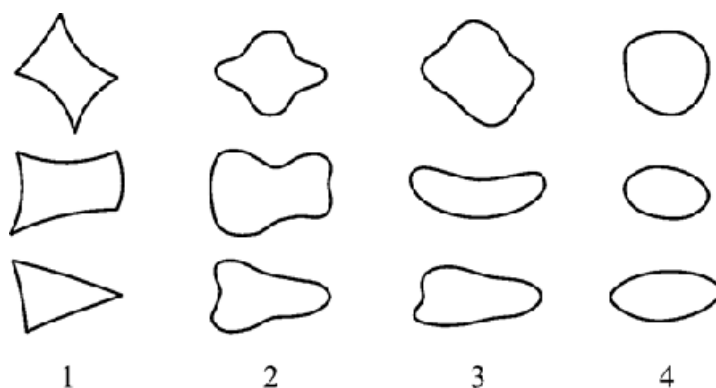


Рисунок 18. Степень окатанности обломочных частиц: 1- угловатозернистые, 2 - полуугловатозернистые, 3 - полуокатаннозернистые, 4 - окатаннозернистые

2.3 Степень отсортированности, рисунок 19.

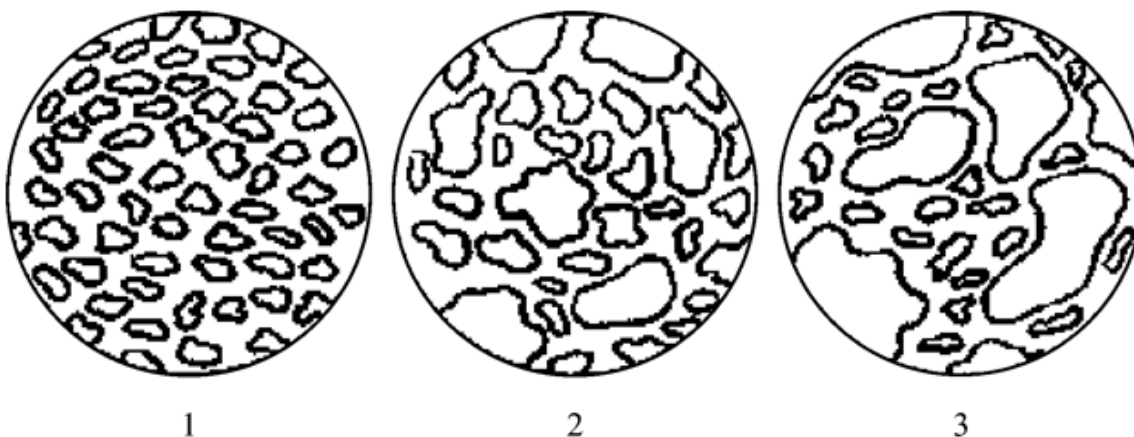


Рисунок 19. Степень отсортированности обломочных частиц (1 - хорошо отсортированные, 2 - среднеотсортированные, 3 - плохоотсортированные)

2.4 Характер расположения структурных единиц, рисунок 20.

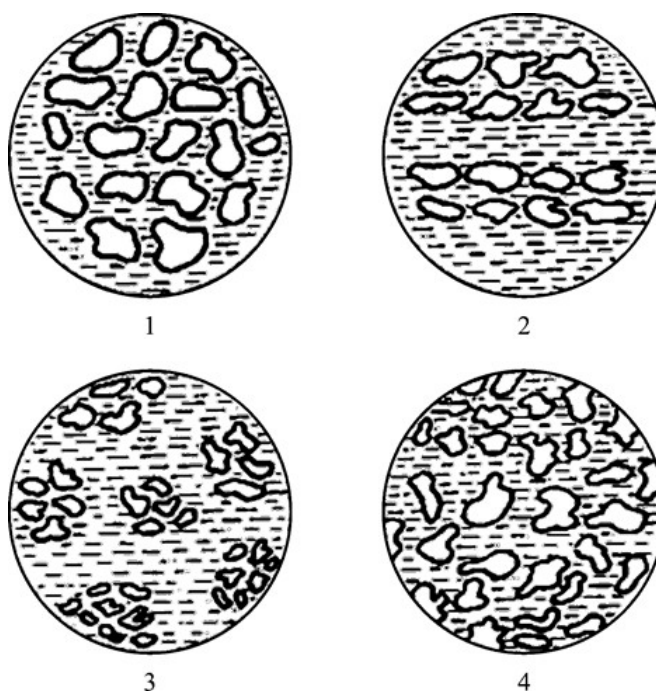


Рисунок 20. Характер расположения структурных единиц: 1 - равномерный, 2 - слоистый, 3 - сгустковый, 4 - неравномерный

2.5 Размер обломочных частиц (минимальный, максимальный, преобладающий)

2.6 Структура обломочных пород (по преобладающему размеру зерен), таблица 2.1;

Таблица 2.1 Классификация структур обломочных пород

	Наименование структур	Размер преобладающих обломков в мм
Псефитовая	Галечная (окатанные обломки)	10-100
	Щебеночная (остроугольные обломки)	10-100
	Гравийная (окатанные обломки)	1-10
	Дресвяная (остроугольные обломки)	1-10
Псаммитовая	Псаммитовая крупнозернистая	0,5-1
	Псаммитовая среднезернистая	0,25-0,5
	Псаммитовая мелкозернистая	0,1-0,25
	Алевропсаммитовая	0,1-1,0 с заметной примесью < 0.1 мм
Алевритовая	Псаммоалевритовая	0,01-0,1 с заметной примесью > 0.1 мм
	Алевритовая крупнозернистая	0,05-0,1
	Алевритовая мелкозернистая	0,01-0,05
Пелитовая	Алевропелитовая	<0,01 с примесью >0,01
	Пелитовая	<0,01

1.7 Описание породообразующих минералов (при описании породообразующих минералов следует использовать методические указания к лабораторной работе «Микроскопическое изучение главных породообразующих минералов осадочных горных пород».

2. Описание хомогенной (для обломочной цементирующей) части породы

Содержание хомогенной части в шлифе

2.2. Характер расположения цементирующей части

2.3. Минералогический состав (в обломочных породах в основном встречается глинистый, карбонатный и железистый цемент: при двух николях глинистый цемент погасает, карбонатный приобретает интерференционные окраски высших порядков, а железистый становится красным или бурым в отраженном свете).

2.4. Структура цементирующей (хомогенной) части породы

2.5. Тип цемента (для обломочных пород) (рисунок 21).

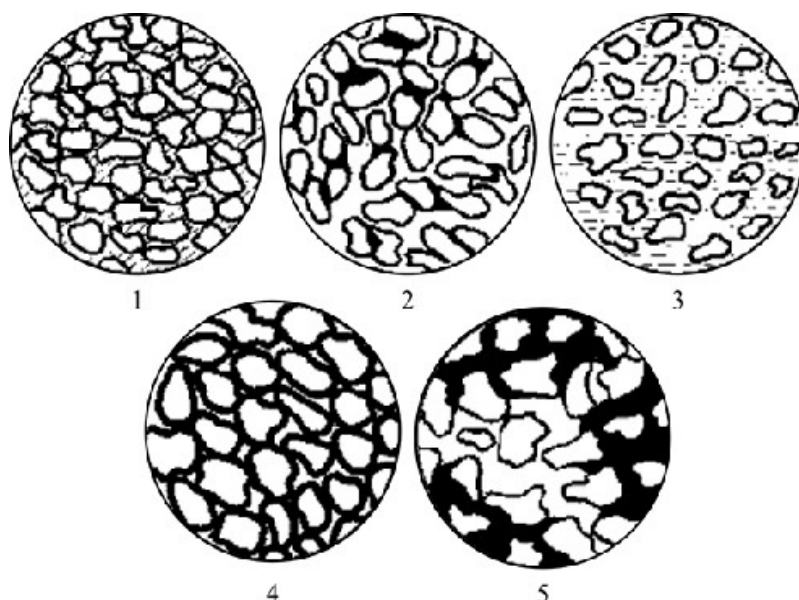


Рисунок 21. Типы цемена: 1 - базальный, 2 - поровый, 3 - пленочный, 4 - контактовый, 5 - сгустковый

Таблица 2.2. Классификация структур хомогенных пород

Критерий выделения структур	Структура	Краткая характеристика
Размер зерен	Крупнозернистая Среднезернистая Мелкозернистая Тонкозернистая Микрозернистая (пелитоморфная) Разнозернистая (гетеробластовая) Профиробластовая	Преобладают зерна величиной, мм; >0.5 0.5-0.1 0.1-0.05 0.05-0.01 <0.01 В массовом количестве имеются зерна различных размеров На фоне однородной мелкозернистой массы выделяют более крупные зерна
Форма зерен и их агрегатов	Волокнистая ориентированная Волокнистая беспорядочная Листовая Оолитовая Сферолитовая Пизолитовая Бобовая	Зерна удлиненной формы, однонаправлено ориентированные Зерна удлиненной формы, беспорядочно расположенные Зерна листовые, беспорядочно расположенные В массовом количестве присутствуют оолиты, диаметр зерен обычно 0,1-1,0 мм Внешне неотличима от оолитовой, но в разрезе сферолита видно радиальное строение В массовом количестве присутствуют пизолиты – округлые образования концентрического строения, диаметр зерен 1 мм Внешне подобна пизолитовой, но бобовины имеют однородное неконцентрическое строение
Степень кристаллизации	Аморфная	Образована бесцветной аморфной или слабо окрашенной массой, угасающей в шлифах под микроскопом при скрещенных поляроидах

3. Описание органогенной части породы

3.1. Наличие или отсутствие органических остатков

3.2. Процентное содержание в породе

3.3. Характер расположения органических остатков

3.4. Степень сохранности органических остатков (цельнораковинные - биоморфные, или обломки раковин - детритовые).

3.5. Размеры обломков раковин.

3.6. Минеральный состав целых раковин и их обломков.

3.7. Принадлежность органических остатков к определенному типу.

4. Описание вулканогенных примесей

4.1. Наличие или отсутствие вулканогенных образований

4.2. Процентное содержание вулканического материала в шлифе

4.3. Минералого-петрографический состав и структуру вулканогенных образований

4.4. Характер распределения их в породе

5. Описание вторичных образований

5.1. Наличие или отсутствие вторичных образований

5.2. Процентное содержание в шлифе

5.3. Минеральный состав и структура вторичных образований

5.4. Характер распределения в породе

6. Описание пустотного пространства осадочных горных пород

6.1. Наличие или отсутствие пустот различного характера (пустоты при одном никеле светлые, при двух - погасают и не просветляются при повороте столика микроскопа)

6.2. Процентное содержание в шлифе

6.3. Характер распределения в породе

6.4. Форма и размеры пустот

6.5. Виды пустот в породе (поры, каверны, трещины)

По схеме, изложенной под пунктом 2, можно описывать все хемогенные породы (карбонатные, сульфатные и т.д.), кроме оолитовых известняков, которые также имеют химическое происхождение. Они состоят из округлых зерен концентрического, иногда радиального строения, сцементированных карбонатным цементом. Порядок их микроскопического несколько отличается от порядка описания приведенного выше.

7. Описание оолитовых известняков

7.1. Процентное содержание в шлифе

7.2. Величина зерен, их равно - или разнотернистость

7.3. Форма зерен (сферическая, округлая, неправильная, обусловленная формой центрального тела или сдавливанием в осадке)

7.4. Форма и состав центрального тела (песчинка кварца, полевого шпата, раковинка и др.)

7.5. Строение отдельных оолитовых зерен (отметить преобладание или примесь зерен с концентрическим или радиальным строением, комплексных оолитов – несколько зерен, дополнительно окруженных общей оболочкой, разломанных или раздавленных оолитов;

Состав и строение цемента, его содержание и характер взаимоотношения с зернами:

Состав и характер посторонних включений.

8. Полное название породы (например, песчаник среднетернистый, кварцевый с карбонатным цементом порового типа)

Пример описания обломочной породы: в шлифе содержится 60-65% обломочных частиц, расположенных неравномерно. По степени окатанности встречаются окатанно и полуокатанно зернистые обломки с преобладанием последних, размеры обломков различные, но соизмеримые, т.е. степень отсортированности – средняя. Минимальный размер зерна - 0.03мм, максимальный - 0.08мм, преобладают зерна размером 0.06мм, структура породы алевритовая.

В минералогическом отношении встречаются зерна кварца, окатаннозернистые, алевритовой размерности, с волнистым погасанием (более 80%), мусковит (3-5%), глауконит (до 1%). Цемент порового типа глинистого состава. Органические остатки отсутствуют. Вторичные образования в виде гидрооксидов железа лимонитового ряда (примерно 2%), распределены в породе равномерно. Поры и трещины отсутствуют.

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы и привести теоретическое обоснование необходимости микроскопического описания осадочных горных пород. Затем описать по вышеизложенной методике шлифы осадочных пород, предложенные преподавателем, и зарисовать их. Выполненную работу представить в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3. Микроскопическое описание терригенных пород

№ обр.	Рисунок шлифа	Содержание структурных единиц, %	Размер структурных единиц	Минералогический состав	Состав хемогенной (цемента) части, тип цемента	Полное название породы

Контрольные вопросы

1. Почему при изучении осадочных пород необходимо использовать микроскопический метод исследований?
2. Приведите классификацию структур осадочных пород.
3. Какие минералы преобладают в цементирующей части осадочных пород?
4. Охарактеризуйте различные типы цемента.

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
2. Логвиненко, Н. В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования) : учебник для вузов / Н. В. Логвиненко. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1974. - 400 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ

ХЕМОГЕННЫХ (сульфатных) ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель. Научиться описывать структуры, микротекстуры, породообразующие минералы хемогенных горных пород и правильно определять наименование породы.

Теоретическая часть. Хемогенные горные породы — осадочные горные породы, образующиеся на дне водоемов при химическом осаждении из растворов или при испарении воды. Важную роль в их образовании играет испарение, поэтому второе их название — эвапориты. Основные пояса накопления эвапоритов сосредоточены в пределах умеренного и субтропического поясов.

Этот генетический тип охватывает группу сульфатных и галоидных пород. Сульфатные породы представлены ангидритом, гипсом, яшмой, джеспилитом, Галоидные породы представлены каменной солью и калийными солями — галитом, карналлитом и сильвинитом. Залежи калийных солей имеют большое экономическое значение.

Изложение результатов микроскопического описания пород производится так же, как и макроскопического в определенной последовательности.

Оборудование и материалы. Микроскопы, шлифы осадочных пород различных генетических типов.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания.

1. Описание хемогенной части породы

Содержание хемогенной части в шлифе:

1.1. Характер расположения цементирующей части

1.2. Минералогический состав (в обломочных породах в основном встречается глинистый, карбонатный и железистый цемент: при двух николях глинистый цемент погасает, карбонатный приобретает интерференционные окраски высших порядков, а железистый становится красным или бурым в отраженном свете).

1.3. Структура цементирующей (хемогенной) части породы

1.4. Тип цемента (для обломочных пород)

2. Описание обломочной части породы

3. Описание органогенной части породы

4. Описание вулканогенных примесей

5. Описание вторичных образований

6. Описание пустотного пространства осадочных горных пород

7. Описание оолитовых известняков

8. Полное название породы (например, песчаник среднезернистый, кварцевый с карбонатным цементом порового типа)

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы и привести теоретическое обоснование необходимости микроскопического описания осадочных горных пород. Затем описать по вышеизложенной методике шлифы осадочных пород, предложенные преподавателем, и зарисовать их. Выполненную работу представить в виде таблицы 3.1.

Таблица 3.1. Микроскопическое описание хомогенных пород

№ обр.	Рисунок шлифа	Содержание структурных единиц, %	Размер структурных единиц	Минералогический состав	Состав хомогенной (цемента) части, тип цемента	Полное название породы

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности описания вулканогенных примесей?
2. Как подразделяются органические остатки по степени сохранности?
3. Как установить в шлифе наличие или отсутствие пустот различного характера
4. Как подразделяются обломочные породы по степени окатанности и отсортированности?

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
2. Логвиненко, Н. В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования) : учебник для вузов / Н. В. Логвиненко. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1974. - 400 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ХЕМОГЕННЫХ (карбонатных) ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Научиться описывать структуры, микротекстуры, породообразующие минералы хемогенных горных пород и правильно определять наименование породы.

Теоретическая часть. Хемогенные горные породы — осадочные горные породы, образующиеся на дне водоемов при химическом осаждении из растворов или при испарении воды. Важную роль в их образовании играет испарение, поэтому второе их название — эвапориты. Основные пояса накопления эвапоритов сосредоточены в пределах умеренного и субтропического поясов.

Этот генетический тип охватывает группу сульфатных и галоидных пород. Сульфатные породы представлены ангидритом, гипсом, яшмой, джеспилитом, Галоидные породы представлены каменной солью и калийными солями — галитом, карналлитом и сильвинитом. Залежи калийных солей имеют большое экономическое значение.

Изложение результатов микроскопического описания пород производится так же, как и макроскопического в определенной последовательности.

Оборудование и материалы. Микроскопы, шлифы осадочных пород различных генетических типов.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания.

3. Описание хемогенной части породы

Содержание хемогенной части в шлифе:

1.1. Характер расположения цементирующей части

1.2. Минералогический состав (в обломочных породах в основном встречается глинистый, карбонатный и железистый цемент: при двух николях глинистый цемент погасает, карбонатный приобретает интерференционные окраски высших порядков, а железистый становится красным или бурым в отраженном свете).

1.3. Структура цементирующей (хемогенной) части породы

1.4. Тип цемента (для обломочных пород)

4. Описание обломочной части породы

3. Описание органогенной части породы

4. Описание вулканогенных примесей
5. Описание вторичных образований
6. Описание пустотного пространства осадочных горных пород
7. Описание оолитовых известняков
8. Полное название породы (например, песчаник среднезернистый, кварцевый с карбонатным цементом порового типа)

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы и привести теоретическое обоснование необходимости микроскопического описания осадочных горных пород. Затем описать по вышеизложенной методике шлифы осадочных пород, предложенные преподавателем, и зарисовать их. Выполненную работу представить в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1. Микроскопическое описание хомогенных пород

№ обр.	Рисунок шлифа	Содержание структурных единиц, %	Размер структурных единиц	Минералогический состав	Состав хомогенной (цемента) части, тип цемента	Полное название породы

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности описания вулканогенных примесей?
2. Как подразделяются органические остатки по степени сохранности?
3. Как установить в шлифе наличие или отсутствие пустот различного характера
4. Как подразделяются обломочные породы по степени окатанности и отсортированности?

Список литературы

3. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
4. Логвиненко, Н. В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования) : учебник для вузов / Н. В. Логвиненко. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1974. - 400 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ХЕМОГЕННЫХ (соляных) ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Научиться описывать структуры, микротекстуры, породообразующие минералы хемогенных горных пород и правильно определять наименование породы.

Теоретическая часть. Хемогенные горные породы — осадочные горные породы, образующиеся на дне водоемов при химическом осаждении из растворов или при испарении воды. Важную роль в их образовании играет испарение, поэтому второе их название — эвапориты. Основные пояса накопления эвапоритов сосредоточены в пределах умеренного и субтропического поясов.

Галоидные породы представлены каменной солью и калийными солями — галитом, карналлитом и сильвинитом. Залежи калийных солей имеют большое экономическое значение.

Изложение результатов микроскопического описания пород производится так же, как и макроскопического в определенной последовательности.

Оборудование и материалы. Микроскопы, шлифы осадочных пород различных генетических типов.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания.

Описание хемогенной части породы

Содержание хемогенной части в шлифе:

1.1. Характер расположения цементирующей части

1.2. Минералогический состав (в обломочных породах в основном встречается глинистый, карбонатный и железистый цемент: при двух николях глинистый цемент погасает, карбонатный приобретает интерференционные окраски высших порядков, а железистый становится красным или бурым в отраженном свете).

1.3. Структура цементирующей (хемогенной) части породы

1.4. Тип цемента (для обломочных пород)

Описание обломочной части породы

3. Описание органогенной части породы
4. Описание вулканогенных примесей
5. Описание вторичных образований
6. Описание пустотного пространства осадочных горных пород
7. Описание оолитовых известняков
8. Полное название породы (например, песчаник среднезернистый, кварцевый с карбонатным цементом порового типа)

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы и привести теоретическое обоснование необходимости микроскопического описания осадочных горных пород. Затем описать по вышеизложенной методике шлифы осадочных пород, предложенные преподавателем, и зарисовать их. Выполненную работу представить в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1. Микроскопическое описание хемогенных пород

№ обр.	Рисунок шлифа	Содержание структурных единиц, %	Размер структурных единиц	Минералогический состав	Состав хемогенной (цемента) части, тип цемента	Полное название породы

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности описания вулканогенных примесей?
2. Как подразделяются органические остатки по степени сохранности?
3. Как установить в шлифе наличие или отсутствие пустот различного характера
4. Как подразделяются обломочные породы по степени окатанности и отсортированности?

Список литературы

5. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
6. Логвиненко, Н. В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования) : учебник для вузов / Н. В. Логвиненко. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1974. - 400 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ХРОМАТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КАРБОНАТНЫХ МИНЕРАЛОВ

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Освоение методики и приобретение практических навыков для определения карбонатных минералов. В методических указаниях дается теоретическое обоснование метода окрашивания и приводятся различные типы реакций, позволяющие различить наиболее распространенные в карбонатных породах карбонатные минералы кальцит и доломит.

Теоретическая часть.

Методы окрашивания карбонатных минералов в образцах, пришлифовках и открытых шлифах, основаны на неодинаковой химической активности карбонатных минералов, обусловленной различным строением и устойчивостью их кристаллических решеток.

В качестве реактивов – красителей используют различные химические соединения как органические, так и неорганические. Действуя ими на карбонаты, получают цветную пленку или бесцветное соединение, которое, взаимодействуя с другими реактивами, дает цветную реакцию. Необходимо научиться отличать друг от друга наиболее распространенные в осадочных породах кальцит и доломит.

Оборудование и материалы. Колбы, химические стаканы, пробирки, ступку и пестик, образцы горных пород, открытые шлифы, микроскоп, бинокляр и реактивы.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания.

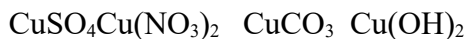
1. Реакция с метилвиолетом (по С.В. Тихомирову).

Обыкновенные фиолетовые чернила подкисляются соляной кислотой до зеленого цвета. Каплю чернил наносят на поверхность открытого шлифа и через 15-20 секунд осторожно промокают фильтром. Пятно на кальците становится фиолетовым, а на доломите остается слабо зеленым.

Прокрашенный шлиф просматривается под микроскопом и на основании измерения площадей вычисляются процентные содержания кальцита и доломита.

2. Реакция Малера

Кусочки карбонатных пород помещают в пробирку с раствором



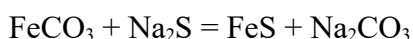
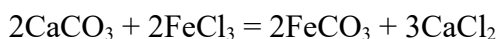
голубовато-зеленого цвета



3. Реакция Лемберга

а) с треххлористым железом.

Образец на 20-30 секунд погружается в холодный раствор 10-15 %-го FeCl_3 ; затем его промывают водой и быстро заливают раствором сернистого натрия или сернистого аммония. Кальцит и известняк приобретают черную окраску вследствие образования коллоидного сульфида железа (FeS), а доломит становится лишь слегка серым.



черного цвета

б) с азотнокислым серебром.

Образец помещается в пробирку с 10 % раствором AgNO_3 и подогревается до температуры 40-50°. После этого раствор выливают, образец промывают водой и погружают на 1-2 минуты в холодный раствор K_2CrO_4 , при этом кальцит и известняк окрашиваются в красно-бурый цвет, а доломит не реагирует.

4. Реакция Хиндена

Образцы пород измельчаются в порошок; приблизительно 1 г его насыпается в пробирку и заливаются 10 %-ым раствором хлористого железа (около 5 см³). Содержимое пробирки сильно встряхивают, при этом в пробирке с кальцитом образуется желеобразная масса коллоидных гидроокислов железа красно-бурого цвета. С доломитом реакция не происходит.

5. Реакция с железосинерединым калием

Поверхность шлифа смачивается 20%-ым раствором $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ через 20-30 сек, не смывая реактива, а лишь слив его избыток подливают несколько капель 1%-ой HCl . Через 7-8 сек хорошо промывают водой.

В результате минералы приобретают окраску (таблица 6.1).

Таблица 61. Окраска минералов

Название минерала	С о с т а в	Размер зерен в мм	
		1 – 0,25	0,01
Кальцит	CaCO_3	Синий	Темно-синий
Доломит	$\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$	Почти не окрашен	Бледно-голубой
Анкерит	$\text{CaCO}_3(\text{Mg, Fe})\text{CO}_3$	Темно-синий	-
Магнезит	MgCO_3	Не окрашен	Не окрашен
Сидерит	FeCO_3	Зеленоватый оттенок	Зеленоватый оттенок

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы и дать полное описание определяемой карбонатной породы, выразить в процентном отношении содержание кальцита и доломита.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит химическая активность карбонатных минералов?
2. Назовите осадочные породы, в которых кальцит и доломит являются породообразующими минералами.
3. Какие структуры наиболее характерны для карбонатных пород?

Список литературы

1. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб.пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2
2. Добровольский, В. В. Геология. Минералогия, динамическая геология, петрография : учебник для вузов / В. В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2008. - 320 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 302-303. - ISBN 978-5-691-00782-8

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 ХРОМАТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Освоение методик и приобретение практических навыков для определения глинистых минералов.

Теоретическая часть

Макроскопическое и микроскопическое изучение минерального состава глинистых пород представляет большие трудности в связи с их тонкозернистым строением. В то же время знание хотя бы примерного состава глинистых пород имеет большое значение для оценки их свойств: разбухания в воде, адсорбционных способностей, пластичности и др., а также для характеристики глин как покрышек нефтяных и газовых месторождений.

В основе метода приближенного анализа минерального состава глин лежит способность органических красителей закрепляться на поверхности глинистых частиц, т.е. окрашивать минералы и изменять свой цвет и спектр поглощения в зависимости от условий, в которых они адсорбированы на глинистых частицах (рН раствора, концентрация раствора красителя и т.д.).

Для окрашивания глинистых минералов в качестве красителя применяется главным образом метиленовый голубой.

Если одинаковой порцией (около 1 см³) водного раствора метиленового голубого окрасить суспензию глинистых частиц, то каолиновые глины окрашиваются в чистые фиолетовые тона, гидрослюдистые – грязно-синие до фиолетово-синих, монтмориллонитовые и бейделлитовые – в голубовато-зеленый цвет. Монтмориллонитовые глины, насыщенные кальцием, окрашиваются в чистые фиолетовые тона. Если в суспензии, окрашенные метиленовым голубым ввести несколько капель раствора хлористого калия, то чистые каолиновые глины сохраняют свою окраску, гидрослюдистые – изменяют окраску на грязно-синюю, у бейделлитовых и монтмориллонитовых – окраска сохраняется или изменяется до желто-зеленой (у богатых кальцием монтмориллонитовых глин окраска становится ярко-голубой).

При изучении глинистых пород методом окрашивания оценку цвета можно производить по замерам спектров поглощения сравнительного микроскопа – спектрофотометра визуально, по десятибальной шкале: 1. фиолетовый; 2. фиолетово-синий; 3. синий; 4. сине-голубой; 5. Голубой; 6. Голубовато-зеленый; 7. зеленый; 8. травяно-зеленый; 9. травяно-зеленый – желтовато-зеленый; 10. желтовато-зеленый.

Оборудование и материалы. Колбы, химические стаканы, пробирки, ступку и пестик, образцы горных пород, открытые шлифы, микроскоп, бинокляр и реактивы.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания

Навеска глинистой породы (от 15 до 35 г в зависимости от степени песчанистости) замачивается дистиллированной водой в фарфоровой чашке.

Размоченная глина тщательно растирается резиновой пробкой. Сначала получают более или менее тестообразную массу, которую затем разбавляют водой.

Жидкая суспензия переносится в стакан емкостью 2 л, доливается доверху водой и взбалтывается.

После суточного отстаивания из верхнего слоя в 7 см отбирают в пробирку водную суспензию частиц ($d < 0,001$ мм) в объеме 9 см³.

К суспензии доливают около 1 см³ метиленового голубого концентрации 0,01 % и наблюдают изменение окраски.

После некоторого отстаивания суспензию из пробирки разделяют на три части:

а) в первой порции после 8-12-ти часового отстаивания по цветовой шкале определяется окраска водной суспензии;

б) во вторую порцию добавляют насыщенный раствор KCl и через 8-12 часов также с помощью шкалы наблюдают окраску и степень ее изменения по сравнению с окраской первой порции;

в) в третью порцию добавляют снова метиленовый голубой в количестве 0,5 см³, приготавливают на стекле плоскую каплю. Высушивают ее на воздухе и определяют по шкале окраску пленки глинистых частиц.

Минералы, прочно связывающие краситель, как при первичном, так и при вторичном, интенсивном прокрашивании имеют один и тот же цвет. Минералы, менее прочно и совсем непрочно связывающие краситель-гидрослюды, каолинит, имеют разную окраску.

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы и дать полное описание определяемой породы.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные теории образования глинистых минералов.
2. С чем связаны способности глинистых пород разбухать в воде?
3. Какие глинистые минералы обладают наибольшей адсорбционной способностью?

Список литературы

1. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9

2. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб.пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8
ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ ПЕСЧАНО-АЛЕВРИТОВЫХ ПОРОД К
ПРОВЕДЕНИЮ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Познакомить студентов с процессами дезинтеграции песчано-алевритовых пород, сцементированных различными типами цемента и методикой проведения отмучивания и ситового анализа.

Теоретическая часть. Гранулометрический анализ представляет собой важный специфический вид исследований обломочных (и глинистых) пород или обломочных компонентов других пород, заключающийся в разделении породы (ситами, отмучиванием и др. способами) на фракции и определение процентного содержания их в породе.

Гранулометрический анализ состоит в общем случае из двух стадий:

- 1) подготовка образца к анализу и 2) проведение самого анализа.

Подготовка образца к анализу составляет важную стадию гранулометрического анализа. Сцементированные породы должны быть подготовлены к механическому анализу, т.е. дезинтегрированы. Рыхлые пески часто загрязнены соединениями железа, марганца и других элементов, покрывающих поверхность зерен тонкой пленкой, от которой необходимо избавиться.

Характер и способ подготовки образца к анализу зависит от крепости породы, состава и количества цемента, состава, физической крепости и химической стойкости обломков, а так же целей и задач исследования. Основные трудности связаны с удалением

цемента и полной дезинтеграцией породы без разрушения химически нестойких (карбонаты, фосфаты и др.) и механически слабых (глауконит, глинистые и др. породы) обломков.

Глинистые и железистые рубашки на зернах удаляют путем растирания навески, смоченной водой, в фарфоровой чашке резиновой пробкой и кипячением в чистой воде, в сильно разбавленной соляной кислоте (2-5%, иногда до 10-20%, когда гидроксидов железа много и они являются цементом). Чтобы сохранить от разрушения твердые зерна растирание надо вести осторожно.

Глинистый цемент удаляют размачиванием породы в воде, растиранием, механическим встряхиванием или кипячением. Если глинистое вещество в процессе диагенеза и эпигенеза потеряло способность размокать (т.е. перешло в аргиллит), полностью удалить цемент бывает очень трудно, а нередко невозможно даже при энергичной обработке.

Карбонатный цемент удаляют обработкой предварительно раздробленной навески породы соляной кислотой. Механическое дробление породы разрушает не только цемент, но и обломки, что искажает результаты гранулометрического анализа. Для уменьшения этих искажений навеску следует дробить до величины, равной или несколько большей, чем крупная фракция породы. Песчаники, например, дробят до величины горошины или несколько меньшей. Соляную кислоту следует применять по возможности более слабую (2-5%) и обрабатывать ею без кипячения. Однако, когда цемент доломитовый, анкеритовый или сидеритовый, приходится навеску кипятить и применять более концентрированную кислоту.

Фосфатный цемент растворяют путем обработки более концентрированной соляной кислотой, а так же азотной и серной кислотами.

Гипсовый цемент удалять труднее, хотя он легко разрушается механически. Химически он с трудом удаляется при кипячении в 5-10% HCl: растворяется так же в HNO₃ и растворах (NH₄)SO₄, NH₄Cl и др.

Опаловый цемент удаляют обработкой щелочными растворами – 5% растворами соды, поташа или КОН.

Часто цемент не удается удалить ни одним из перечисленных способов. Это относится к кварцевому, халцедоновому, не размокающему глинистому и другим цементом. В этих случаях гранулометрический анализ проводится косвенным путем – визуально или в шлифе.

Оборудование и материалы.

Образцы песчано-алевритовых пород, технические весы с разновесами; большая фарфоровая чашка (а); малая фарфоровая чашка (б); стеклянный цилиндрический сосуд диаметром 18-22 см и высотой 30 см (в), на стенке которого вертикально наклеена узкая полоска миллиметровой бумаги, длиной 20 см, на расстоянии 5 см от дна сосуда. На ленту нанесены отметки 0, 10, 20 (снизу вверх); резиновая пробка; резиновая груша; мешалка, представляющая собой стеклянную палочку с резиновым наконечником; песочные часы или обычные часы с секундной стрелкой; резиновый шланг; пипетка длиной 15-20 см; предметное стекло; микроскоп; бинокляр; восковой карандаш; сушильный шкаф; 10 % раствор соляной кислоты.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания.

Подготовка образца к анализу.

1. Взятие навески образца для анализа. Навеска зависит от литологического состава породы. Для глин берут навеску 50-100г, для песков и алевритов 10-50 г. При этом большое значение имеет состав цемента. При удалении глинистого (размачивание) или карбонатного (размачивание соляной кислотой) цемента происходит потеря в весе. Поэтому предварительно необходимо определить содержание цементирующего вещества и внести поправку. Чаще всего цементирующее вещество карбонатное, поэтому перед выбором навески необходимо определить карбонатность (лабораторная работа №1). Для пород с высокой карбонатностью навеска увеличивается до 500г. Если порода сцементирована, то породу берут на разных участках ее, если рыхлая, то навеску следует брать способом квартования. Для этого порода на чистом листе бумаги тщательно перемешивается, распределяется равномерным слоем и делится шпателем на 6 — 8 частей. Из каждой части берется порода. Если вес смеси, взятой из всех частей, превышает нужную навеску, то повторить квартование породы. Взвешивание навески производится на технических весах с точностью до 0.01 г.

2. Размачивание образца (растворение цемента). Взятую навеску поместить в стакан и залить водой, кислотой или щелочью в зависимости от состава цемента. Для растворения цемента породу оставить в растворе на одни сутки.

3. Дальнейшая дезинтеграция образца. Через сутки содержимое стакана перенести в фарфоровую чашку (а) для более совершенной дезинтеграции. Перенос произвести без потерь; прилипшие к стенкам стакана частицы надо смыть с помощью резиновой груши. Дать раствору в чашке отстояться и жидкость осторожно слить в стеклянный цилиндрический сосуд (в).

Оставшийся осадок растирать резиновой пробкой и промывать до полного удаления мелких частиц. Эта операция повторяется до полной дезинтеграции породы. Воду, которой промывается осадок, вместе со взвешенными частицами породы сливать в цилиндрический сосуд (в). Контроль степени дезинтеграции производить под биноклем.

После окончания дезинтеграции и отмывки воду с мелкими частицами слить в цилиндрический сосуд (в), осадок перенести в фарфоровую чашку (б).

Содержание отчета. При защите работы студент должен представить отчет и ответить на вопросы, предложенные преподавателем.

В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование, методику и ход выполнения работы, порядок обработки полученных данных.

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются трудности производства гранулометрического анализа?
2. Почему при дезинтеграции образцов применяют резиновые пробки, а не фарфоровый пестик?
3. До каких пор производится отмучивание образца?

Список литературы

1. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб.пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнющина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2
2. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

ИЗУЧЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЕСЧАНО-АЛЕВРИТОВЫХ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Познакомить студентов с методами гранулометрических анализов, освоение методики и приобретение практических навыков для проведения

гранулометрического анализа обломочных пород комбинированным методом, включающим ситовой анализ и метод АзНИИ.

Теоретическое обоснование

Данные гранулометрического анализа можно использовать для правильной классификации породы, для восстановления условий осадконакопления, для косвенной характеристики коллекторских свойств и т.д. Кроме того, этот анализ может служить подготовительной стадией для минералогического анализа, поскольку выделяет из породы фракции, которые затем можно исследовать другими методами.

Трудности гранулометрического анализа заключаются в том, что многие крепко сцементированные породы невозможно дезинтегрировать на составляющие их обломочные зерна, которые можно было бы анализировать. О гранулометрическом составе таких пород судят по результатам изучения их в шлифах, т.е. производят косвенный гранулометрический анализ.

Гранулометрический состав песчаных пород изучается посредством ситового анализа. Более мелкозернистые породы изучаются различными гидравлическими методами. Эти методы основаны на разной скорости падения частиц разного размера в спокойной воде.

Производство гранулометрического анализа осуществляется чаще всего рассеиванием на ситах и отмучиванием в воде.

Ситовой анализ представляет собой простую операцию рассеивания анализируемой пробы на ситах с определенной величиной отверстия. Он применяется для выделения фракции крупнее 0.1 мм.

Существует несколько типов наборов сит. Наиболее распространенным является стандартный набор сит с отверстиями 1, 0.5, 0.25, 0.1, 0.05 мм. Он очень удобен, т.к. величина отверстий соответствует гранулометрической классификации обломочных пород.

Для просеивания сита собирают в колонку, в которой снизу вверх последовательно увеличивается размер отверстий. Снизу подставляют поддон, а сверху надевают крышку. Просеивание ведут вручную или на специальной машине – ротапе. При ручном просеивании сита надо двигать в горизонтальном направлении без подбрасывания. Время просеивания определяется опытно: через 10 минут снимают сито 0.1мм и на чистом листе бумаги просеивают отдельно: если через сито проходят зерна, просеивание следует продолжать. Обычно ручное просеивание длится около 15 минут.

После просеивания фракции, оставшиеся на ситах, взвешивают на технических весах, пересыпают в пакеты, на которых надписывают номер образца, размер фракции, ее вес, место отбора образца и фамилию исследователя.

Методы отмучивания применяют для анализа алевритовых и глинистых пород, а так же соответствующих фракций более грубых пород. Они основаны на осаждении через определенный промежуток времени частиц породы крупнее заданного размера. Наиболее распространены методы: двойного отмучивания Сабанина, пипеточный (Робинсона - Качинского), АзНИИ, комбинированный.

Метод заключается в последовательном отмучивании из суспензии глинистой фракции – первое отмучивание, а затем – мелкоалевритовой фракции (частицы размера 0.05-0.01мм) – второе отмучивание. Разделение их основывается на разной скорости падения частиц. При отмучивании следует вести контроль на правильность и чистоту отделения. Контроль осуществляется путем измерения под микроскопом зерен из слитой фракции.

Комбинированный метод применяется для пород, включающих не только песчаные, но и алевритовые и глинистые фракции. Он состоит из комбинации двух или даже трех методов: ситового анализа (разделение песчаных и более крупных фракций) и гидравлических методов – метода Сабанина или метода АзНИИ (разделение алевритовых фракций) и пипеточного (разделение глинистых фракций). При анализе обломочных пород чаще всего ограничиваются сочетанием первых двух методов.

Ниже приводится общая схема гранулометрического анализа обломочных пород комбинированным методом, включающая ситовой анализ и метод АзНИИ.

Аппаратура, оборудование и материалы.

Образцы песчано-алевритовых пород, технические весы с разновесами; набор стандартных сит; большой лист гладкой бумаги для сокращения пробы и сбора фракций с сит; бумажные пакетики для выделенных фракций; предметное стекло; микроскоп; бинокляр; восковой карандаш; сушильный шкаф; 10 % раствор соляной кислоты.

Указания по технике безопасности приложение 1.

Порядок выполнения работы

Производство гранулометрического анализа.

1.Отмучивание осадка в цилиндрическом сосуде. Цилиндрический сосуд, в который переносили мутную воду, полученную при дезинтеграции образца в фарфоровой чашке, наполнить водой до отметки 20см и тщательно перемешать стеклянной палочкой или струей воды из шланга. Движения стеклянной палочки не должны быть круговыми,

чтобы суспензия не приобрела вращательного движения, при котором оседание алевритовых частиц будет сильно замедлено по сравнению с расчетным.

Через 30 мин (лучше по песочным часам) жидкость слить резиновым шлангом до отметки 0 вместе с частицами размером <0.01мм, более крупные частицы останутся на дне сосуда. Отмучивание производить до тех пор, пока вода в сосуде до отметки 0 не освободится от взвешенных частиц (станет совершенно прозрачной). Чистый осадок осторожно (смывая его с помощью груши) перенести в фарфоровую чашку.

2. Высушивание образца. Осадок в фарфоровой чашке высушить в термостате до постоянного веса. Под микроскопом или биноклем проверить степень дезинтеграции образца.

Ситовый анализ

После просушки отмытой породы разделить ее на фракции путем просеивания через колонну сит с выделением фракций: более 1.0 мм, 1.0-0.5 мм, 0.5-0.25 мм, 0.25-0.1 мм, 0.1-0.01 мм. Фракция менее 0.01 мм определяется путем вычитания из навески веса всех фракций.

Взвешивание всех фракций произвести с точностью до 0.01г.

Процентное содержание фракций определяется по формуле:

$$\% = \frac{A_n 100}{A},$$

где A_n – вес данной фракции, г.; A – вес навески, г

Истолкование данных гранулометрического анализа.

Истолкование данных гранулометрического анализа сводится к уточнению названия породы ("песчаник", "алевролит", "глина" и т.д.), более полной характеристике ее структуры - зернистости ("крупнозернистый", "тонкозернистый" и т. д.), степени сортировки и к определению условий образования. Название породы дается по обычным правилам номенклатуры - по преобладающей части породы или фракции, составляющей более 50% ее веса. Степень отсортированности определяется по форме кривых распределения, значениям гранулометрических коэффициентов, которые рассматриваются в методических указаниях "Графическая обработка данных гранулометрического анализа".

Содержание отчета, форма и правила оформления отчета о выполненной работе.

В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование, методику и ход выполнения работы, порядок обработки полученных данных. Используя методические указания необходимо дать точное наименование породы по гранулометрическому составу. Полученные данные должны быть сведены в таблицу 7.1.

Таблица 9.1 — Гранулометрический состав пород

N № обр.	Гранулометрический состав (размер фракций, мм)							Название породы
	1.6— 1	1 -0.5	0.5-0.25	0.25- 0.1	0.1- 0.05	0.05- 0.01	< 0.01	
1								

Вопросы к защите

1. Что такое гранулометрический состав и его классификационное значение.
2. Какие методы гранулометрического анализа Вы знаете?
3. Напишите размеры каждой фракции, которые Вы получите при рассеивании на ситах и дайте ей название.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10**ИЗУЧЕНИЕ КАРБОНАТНОСТИ КАРБОНАТНЫХ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД И ЦЕМЕНТИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД**

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Познакомить студентов с методикой определения карбонатности осадочных пород, нерастворимого остатка и его последующего изучения. В указаниях дается краткое теоретическое обоснование и приводится методика изучения карбонатности пород двумя методами и методика определения нерастворимого остатка.

Теоретическая часть.

Карбонатность пород характеризуется процентным содержанием карбонатов в осадочной горной породе. Карбонатность необходимо знать для правильной классификации смешанных карбонатно-глинистых, глинисто-карбонатных и карбонатных пород с обломочной примесью.

Классификации таких пород приведены в таблицах 10.1, 10.2.

Таблица 10.1. Классификация пород ряда кальцит (доломит) – алевроит (псаммит)

Содержание кальцита (доломита), %	Название породы	Содержание алеврита (псаммита), %
100-95	Известняк (доломит)	0-5
95-75	Известняк (доломит) алевритистый (песчанистый)	5-25
75-50	Известняк (доломит) алевритовый (песчаный)	25-50
50-25	Алевролит (песчаник) известковый (доломитовый)	50-75
25-5	Алевролит (песчаник) известковистый	75-95
5-0	Алевролит (песчаник)	95-100

Таблица 10.2. Классификация пород ряда кальцит (доломит) — глина

Содержание кальцита (доломита), %	Название породы	Содержание глины, %
100-95	Известняк (доломит)	0 — 5
95-85	Известняк (доломит) слабо глинистый	5-15
85-75	Известняк (доломит) глинистый	15-25
75-50	Известняк (доломит) сильно глинистый – мергель	25-50
50-25	Глина известковая (доломитовая) – мергель глинистый (доломитовый)	50-75
25-15	Глина известковистая (доломитистая)	75-85
15-5	Глина слабо известковистая (доломитистая)	85-95
5-0	Г л и н а	95-100

Изучение нерастворимого остатка применяют при исследовании карбонатных, главным образом известковистых пород. Обычно нерастворимый остаток состоит из кварца (наибольшее количество), кремнистых и глинистых частиц. Встречаются кристаллы других минералов, не разрушающихся в соляной кислоте. Исследование нерастворимого остатка позволяет расчленять и коррелировать разрезы карбонатных толщ, сопоставляя их с замещающими песчано-глинистыми толщами, восстанавливать некоторые физико-географические особенности обстановок их образования. Например, присутствие в известняках хорошо округленных зерен кварца с матовой поверхностью указывает на близость пустыни. Нерастворимый остаток количественно оценивают вместе с определением карбонатности. Однако, для изучения его состава недостаточно того количества (меньше 1г), которое остается при определении карбонатности. Выделенный нерастворимый остаток породы подвергают обычному гранулометрическому анализу, а затем различным видам минералогического анализа.

Оборудование и материалы.

Для выполнения работы необходимо иметь: электронные или теххимические весы

с точностью до 0,01 г., ступки и пестики (фарфоровые или эбонитовые), набор сит, химические стаканы и колбы, воронки, фильтровальную бумагу, 10 % соляную кислоту, 5-7 % раствор уксусной кислоты (CH_3COOH), дистиллированную воду, барометр, прибор для определения карбонатности, сушильный шкаф, электрическую печь.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания.

Карбонатность определяется двумя методами: весовым и объемным.

Весовой метод отличается простотой и достаточно высокой точностью.

Для определения карбонатности необходимо:

1. Пробу породы растереть в ступке и поместить в сушильный шкаф. Высушивать при температуре 105° до постоянного веса.
2. Взять навеску (1 г), поместить в химический стакан и обработать 50 см³ 10 % соляной кислоты (HCl). Пробу кипятить до прекращения выделения пузырьков газа.
3. Нерастворимый остаток отфильтровать, промыть тщательно дистиллированной водой, высушить при температуре 105° и взвесить.

Разность между первоначальным весом навески (P_1) и весом остатка (P_2) характеризует вес карбонатных солей.

Процентное содержание растворимых солей (карбонатность) определяется по соотношению: $(P_1 - P_2) 100 / P_1$.

Объемный метод. Наиболее распространенным способом определения карбонатности пород является способ, основанный на измерении объема углекислого газа (CO_2), при выделении его из образца в процессе воздействия на последний соляной кислотой. Рекомендуемый прибор состоит из термостата 1, представляющего собой стеклянный цилиндр емкостью 26-27 л с двумя тубусами, реакционной колбочки 2, в которую при помощи резиновой пробки вставляют ампулу 3, служащую емкостью для соляной кислоты, змеевика 4, градуированной бюретки 5 на 100 см³ с делениями по 0,1 см³, цилиндра 6, склянки 7 емкостью 250 см³ и бюретки с краником для раствора соляной кислоты 8.

Все перечисленные детали аппарата соединяют между собой при помощи резиновых пробок и трубок. Места соединений тщательно обмазывают менделеевской замазкой.

Для определения карбонатности необходимо:

1. От экстрагированного кусочка исследуемого образца керна взять навеску 0,5-5 г (в зависимости от содержания карбонатов в породе), тщательно растереть в фарфоровой ступке и взвесить вместе с реакционной колбой 2 (рис. 1) на теххимических весах с точностью до 0,01 г.

2. Затем в ампулу 3 через сквозное отверстие при помощи маленькой воронки с вытянутым концом налить 5 см³ раствора соляной кислоты (1:2). После этого ампулу вставить в колбу 2, края которой вокруг резиновой пробки тщательно обмазать менделеевской замазкой.

3. Затем колбу 2 поместить в термостат 1. По истечении 15 мин. пребывания ее в термостате выровнять уровни в цилиндре 5 и бюретке 6. С этой целью склянку 7 заполнить дистиллированной водой, которая при открытии крана заполнит цилиндр 5 и бюретку 6 до последней черты градуировки или до какой-либо другой черты, после чего кран снова закрыть.

Для того чтобы температуры воды в склянке 7 и в термостате 1 были одинаковы, склянка 7 должна до и после выравнивания уровней находиться в термостате.

4. По окончании указанной подготовительной работы колбу 2 наклонить, чтобы перелить в нее кислоту из ампулы 3.

После слива кислоты из ампулы в колбу последнюю установить в термостат для поддержания в ней постоянной температуры, равной температуре воды в термостате. В результате реакции испытуемого образца с кислотой выделяющаяся углекислота поступает по змеевику 4 в бюретку 6, вытесняя из нее воду в кольцевое пространство. Для установления одинаковых уровней воды в кольцевом пространстве и в бюретке склянку 7 опустить, после чего открыть кран, и часть воды из цилиндра перепустить в склянку 7. Подобная операция в процессе опыта повторяется до тех пор, пока не закончится реакция и уровни в бюретке и кольцевом пространстве установятся на одной высоте.

5. По истечении 15 мин. после прекращения реакции между породой и кислотой по разности уровней воды в бюретке в начале и в конце опыта определить объем выделившейся из образца углекислоты.

6. Затем по таблице 2 найти вес 1 см³ CO₂ в мг при барометрическом давлении и температуре опыта (равной температуре воды в термостате). Например, при барометрическом давлении, равном 760 ммрт. ст., и температуре 20 °С вес 1 см³ CO₂ равен 1,878 мг.

7. Располагая приведёнными данными, содержание карбонатов в породе в переводе на CaCO₃ в процентах определить по следующей формуле:

$$K = VP / 4,4a, (2)$$

Где K- содержание CaCO₃ в породе, %; V- найденный объем CO₂, см³; а- вес исследуемого образца породы, г. Р- вес 1 см³ CO₂ в мг при температуре и барометрическом давлении во время отсчёта объема V, отыскиваемый по приведённой

таблице 17.

Пример. При соединении соляной кислоты с породой, взятой в количестве 2 г, выделилось 50 см³ CO₂. Температура воды в термостате в момент определения объёма CO₂, в бюретке 5 составляла 20⁰С, а барометрическое давление равнялось 753,5 мм рт. ст. По таблице 10 вес 1 см³ CO₂ равен 1,850 мг. В соответствии с этим содержание CaCO₃ в породе будет:

$$K = 50 \cdot 1,860 / 2 \cdot 4,4 \approx 10,6 \%$$

Таблица 10.1. Пересчёт миллилитров CO₂ в миллиграммы. Цифры показывают вес одного миллилитра CO₂ в миллиграммах

P °C	742	744,5	747	749	751	753,5	756	758	760	762,5	765	767	769	771
28	1,778	1,784	1,791	1,797	1,804	1,810	1,817	1,823	1,828	1,833	1,837	1,842	1,847	1,852
27	1,784	1,790	1,797	1,803	1,810	1,816	1,823	1,829	1,834	1,839	1,843	1,848	1,853	1,858
26	1,791	1,797	1,803	1,809	1,816	1,822	1,829	1,835	1,840	1,845	1,848	1,854	1,859	1,864
25	1,797	1,808	1,810	1,816	1,823	1,829	1,836	1,812	1,847	1,852	1,856	1,861	1,866	1,870
24	1,803	1,809	1,816	1,822	1,829	1,835	1,842	1,848	1,853	1,858	1,862	1,867	1,872	1,877
23	1,809	1,815	1,822	1,828	1,835	1,841	1,848	1,854	1,859	1,866	1,868	1,873	1,878	1,883
22	1,815	1,821	1,828	1,834	1,841	1,847	1,851	1,860	1,865	1,870	1,875	1,880	1,885	1,890
21	1,822	1,828	1,835	1,841	1,848	1,851	1,861	1,867	1,872	1,877	1,882	1,887	1,892	1,897
20	1,828	1,834	1,841	1,847	1,854	1,860	1,867	1,873	1,878	1,883	1,888	1,893	1,898	1,903
19	1,834	1,840	1,847	1,853	1,860	1,866	1,873	1,879	1,884	1,889	1,894	1,899	1,904	1,909
18	1,840	1,846	1,853	1,859	1,866	1,872	1,879	1,885	1,890	1,895	1,900	1,905	1,910	1,915
17	1,846	1,853	1,860	1,866	1,873	1,869	1,886	1,892	1,897	1,902	1,907	1,912	1,917	1,927
16	1,853	1,860	1,866	1,873	1,879	1,886	1,892	1,898	1,903	1,908	1,913	1,918	1,923	1,928
15	1,859	1,866	1,872	1,879	1,883	1,892	1,898	1,905	1,910	1,915	1,920	1,925	1,930	1,935
14	1,865	1,872	1,878	1,835	1,892	1,899	1,906	1,912	1,917	1,922	1,927	1,932	1,937	1,942
13	1,872	1,878	1,885	1,892	1,899	1,906	1,913	1,919	1,924	1,929	1,934	1,939	1,944	1,949
12	1,878	1,885	1,892	1,899	1,906	1,912	1,919	1,925	1,930	1,935	1,940	1,945	1,950	1,955
11	1,885	1,892	1,899	1,906	1,913	1,919	1,926	1,932	1,931	1,942	1,947	1,952	1,957	1,962
10	1,892	1,899	1,906	1,913	1,920	1,926	1,933	1,939	1,944	1,949	1,954	1,959	1,961	1,969

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы, краткие теоретические предпосылки, порядок выполнения работы, произвести расчет карбонатности изученных образцов, дать уточненное название породы и полученные данные свести в таблицу 10.2

Таблица 10.2. Результаты определения карбонатности

№ обр	Название породы	Карб.,%	Уточненное название породы

Контрольные вопросы

1. Что такое карбонатность и для чего она определяется?
2. Как классифицируются породы ряда кальцит (доломит) – глина и ряда кальцит (доломит) – песчаник (алевролит)?
3. Для чего необходимо определять нерастворимый остаток?

Список литературы

1. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9
2. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб. пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карньюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕРАСТВОРИМОГО ОСТАТКА ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Освоение методики и приобретение практических навыков для определения нерастворимого остатка и его последующего изучения. В указаниях дается краткое теоретическое обоснование и приводится методика определения нерастворимого остатка.

Теоретическая часть. Изучение нерастворимого остатка применяют при исследовании карбонатных, главным образом известковых пород. Обычно нерастворимый остаток состоит из кварца (наибольшее количество), кремнистых и глинистых частиц. Встречаются кристаллы других минералов, не разрушающихся в соляной кислоте. Исследование нерастворимого остатка позволяет расчленять и коррелировать разрезы карбонатных толщ, сопоставляя их с замещающими песчано-глинистыми толщами, восстанавливать некоторые физико-географические особенности обстановок их образования. Например, присутствие в известняках хорошо округленных зерен кварца с матовой поверхностью указывает на близость пустыни. Нерастворимый остаток количественно оценивают вместе с определением карбонатности. Однако, для изучения его состава недостаточно того количества (меньше 1г), которое остается при определении карбонатности. Выделенный нерастворимый остаток породы подвергают обычному гранулометрическому анализу, а затем различным видам минералогического анализа.

Оборудование и материалы. Для выполнения работы необходимо иметь: электронные или теххимические весы с точностью до 0,01 г., ступки и пестики (фарфоровые или эбонитовые), набор сит, химические стаканы и колбы, воронки, фильтровальную бумагу, 10 % соляную кислоту, 5-7 % раствор уксусной кислоты (CH_3COOH), дистиллированную воду, барометр, прибор для определения карбонатности (рис. 1), сушильный шкаф, электрическую печь.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания

Для определения нерастворимого остатка необходимо:

1. Раздробить породу в ступке до величины зерен 1-2 мм.

2. Взять навеску. Величина навески определяется содержанием нерастворимого остатка в породе и может изменяться от 50-100 г для пород, обогащенных терригенными примесями, до 200-500 г - для относительно чистых карбонатных разностей.

3. Обработать навеску: а) холодной 10% соляной кислотой; б) теплой соляной кислотой (медленно нагревать при температуре 60-70 °C в 5 % кислоте до полного выделения CO_2 или кипятить в 1,5% кислоте в течение 5 минут); в) уксусной кислотой (5-7% раствор CH_3COOH) без нагрева или с нагревом.

4. Определить процентное содержание нерастворимого остатка

5. Провести гранулометрический анализ нерастворимого остатка и рассчитать процентное содержание фракций.

6. Дать наименование нерастворимого остатка по данным гранулометрического анализа.

7. Дать полное уточненное наименование карбонатной породы.

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы, краткие теоретические предпосылки, порядок выполнения работы, привести результаты работы по определению нерастворимого остатка, которые представить в виде таблицы 11.1.

Таблица 11.1. Результаты определения нерастворимого остатка

№ обр	Предварительное название породы	Вес нерастворимого остатка	Карбонатность, %	Содержание фракций, % Размер фракций, мм			Уточненное название породы
				1- 0,1	0,1- 0,01	< 0,01	

Контрольные вопросы

1. Что такое карбонатность и для чего она определяется?
2. Для чего необходимо определять нерастворимый остаток?
3. Порядок определения нерастворимого остатка.

Список литературы

1. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9

2. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб.пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

ГРАФИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (ПОСТРОЕНИЕ КРИВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И КУМУЛЯТИВНЫХ КРИВЫХ)

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Знакомство студентов с графическими методами обработки данных гранулометрического анализа и использованием этих данных в генетических целях.

Теоретическая часть. Графическое изображение результатов гранулометрического анализа позволяет сопоставить их в целях обобщения (кумулятивные кривые) и использовать для решения вопросов генезиса песчано-алевритовых пород (кривые распределения).

По виду кривой распределения можно судить об отсортированности породы (рисунок 22).

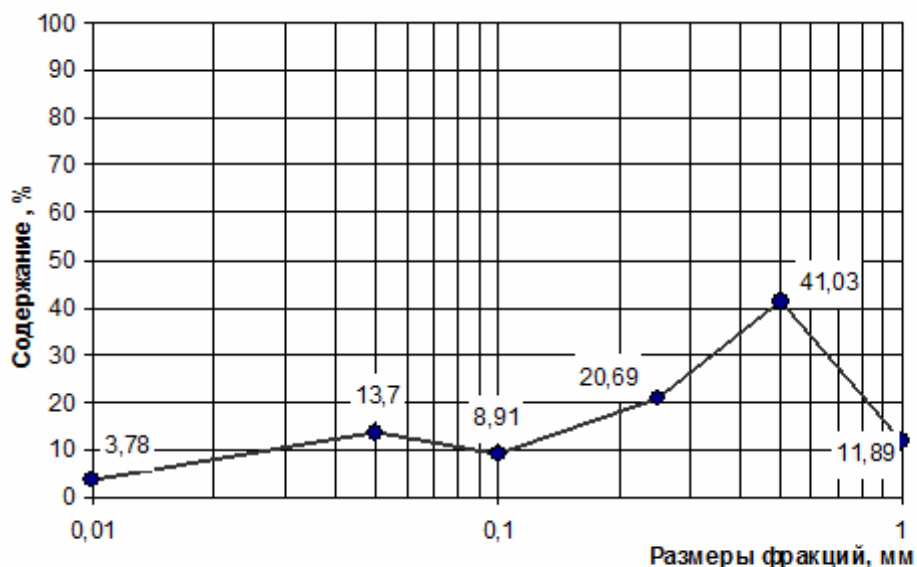


Рисунок 22. Кривая распределения гранулометрического состава

Кумулятивные кривые применяют для изображения анализов и вычисления гранулометрических коэффициентов (рисунок 23).

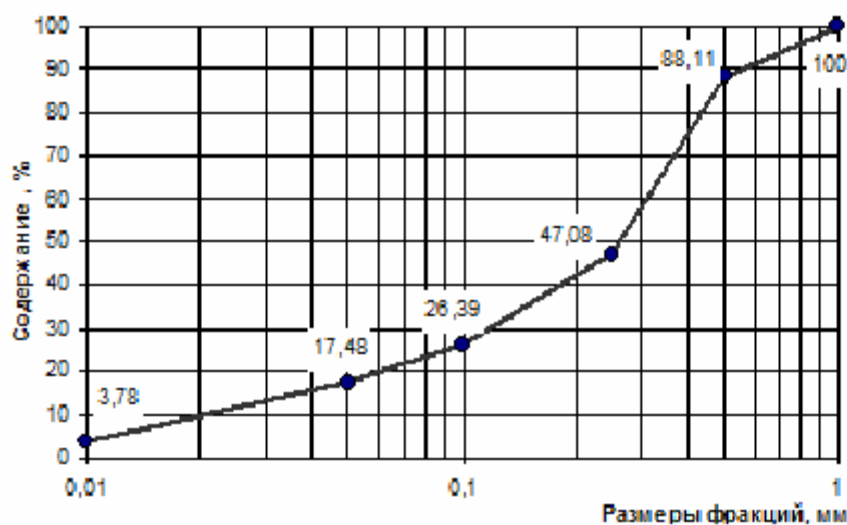


Рисунок 23. Кумулятивная (суммарная нарастающая) кривая

Кумулятивные кривые по сравнению с гистограммами менее наглядны, т.к. содержания отдельных фракций на них непосредственно не выражаются. Однако по кумулятивной кривой можно определить содержание любой фракции, даже не определившейся механическим анализом. Кроме того, более простой вид графика позволяет наносить на одну диаграмму несколько кривых и затем сравнивать их. Простейшим математическим способом обработки кумулятивных кривых является вычисление трех гранулометрических коэффициентов: среднего размера зерен, коэффициента сортировки и коэффициента асимметрии. Средним или медианным диаметром (M_d) называется такой размер зерен, меньше и больше которого содержится по 50% частиц.

Величина коэффициента сортировки (S_0) характеризует степень однородности обломочного материала в породе. S_0 всегда >1 (обычно от 1,5 до 3), лишь для абсолютно однородного песка, состоящего из обломков, принадлежащих одной фракции, $S_0=1$. Отсортированность песков определяется по таблице 12.1.

Таблица 12.1. Степень отсортированности песков

Степень отсортированности песков	Коэффициент сортировки $S_0=Q_3/Q_1$
Хорошо отсортированы	1 – 2,5
Средне отсортированы	2,5 – 4,5
Плохо отсортированы	$>4,5$

Коэффициент асимметрии S_k указывает, в какую сторону (больших или меньших размеров) сдвинута мода (диаметр наиболее распространенных частиц) относительно вычисленного медианного диаметра.

Оборудование и материалы. Таблицы данных гранулометрического анализа, полулогарифмическая сетка для построения кривых распределения и кумулятивных кривых.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания

Если по оси абсцисс отложить конечные размеры фракций, а по оси ординат, как и в предыдущем случае, процентное содержание этих фракций, то полученная кривая также будет отражать распределение фракций в породе. Называется она кривой распределения (рисунок 22).

Кумулятивная (суммарная) кривая. Для построения кумулятивной кривой по оси абсцисс откладываются конечные размеры зерен или их логарифмы, а по оси ординат - суммарные проценты всех частиц, имеющих размер меньше (если на шкале размеров зерен возрастание величин принято слева направо) или больше (если шкала размеров зерен возрастает справа налево, как это принято в американской литературе) данной величины. Бланк в полулогарифмическом масштабе для построения кривых распределения и кумулятивных кривых приведен на рисунке 24.

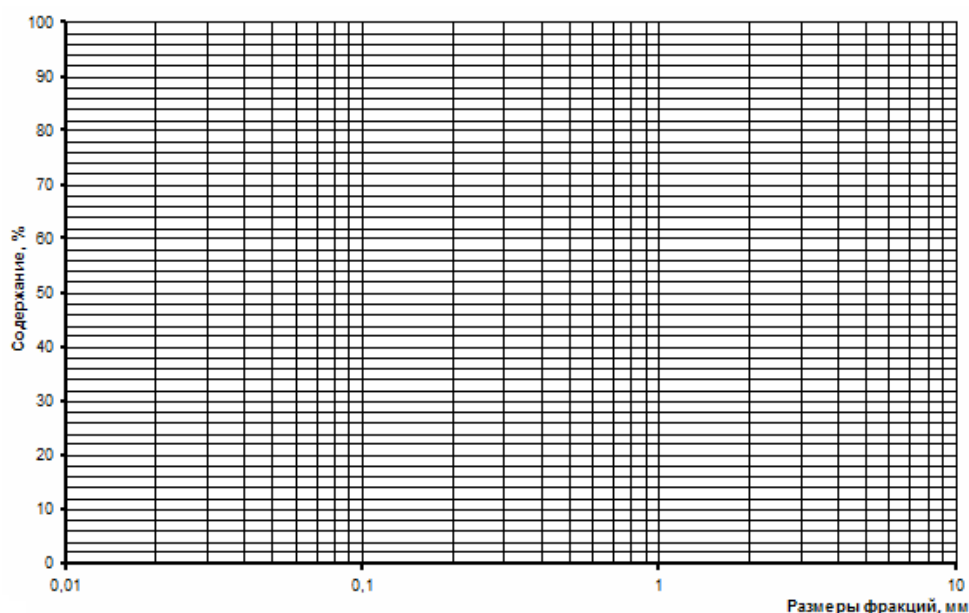


Рисунок 24. Полулогарифмический бланк для построения кривых распределения и кумулятивных кривых

По кумулятивной кривой следует определить гранулометрические коэффициенты: медианный диаметр (по Траску, 1932) представляет абсциссу точки пересечения кумулятивной кривой с ординатой 50 %; коэффициент сортировки S_o определяется как отношение I и III квартилей Q_1 и Q_3 , т.е. диаметров, соответствующих 25% и 75% содержанию частиц. Q_1 и Q_3 находятся на кумулятивной кривой как абсциссы точек пересечения кривой с ординатами, соответствующими 25% и 75%.

$S_o = Q_3 / Q_1$ - при увеличивающейся шкале,

$S_o = Q_1 / Q_3$ - при шкале, убывающей слева направо..

Коэффициент асимметрии можно определить по формуле: $S_k = Q_1 \cdot Q_3 / M_d^2$ (по Траску); коэффициент K , характеризующий крупнозернистую часть породы, находится как абсцисса пересечения кумулятивной кривой с ординатой 99%.

Содержание отчета. В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование, методику и ход выполнения работы, порядок обработки полученных данных, используя методические указания необходимо дать точное наименование породы по гранулометрическому составу, полученные данные должны быть сведены в таблицу 12.2.

Таблица 12.2. Гранулометрические коэффициенты (по Траску)

№ обр.	Наименование породы	Гранулометрические коэффициенты			
		M_d	S_o	A_k	K

Контрольные вопросы

1. Для чего применяют графические способы изображения данных гранулометрического анализа?
2. Расскажите порядок построения кривых распределения.
3. Что такое медианный диаметр и как он определяется?
4. Что такое коэффициент асимметрии?

Список литературы

1. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9

2. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб.пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13
ГРАФИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО
АНАЛИЗА (ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММ ПАССЕГИ И ВИШЕРА)

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Знакомство студентов с графическими методами обработки данных гранулометрического анализа и использованием этих данных в генетических целях.

Теоретическая часть. Графическое изображение результатов гранулометрического анализа позволяет сопоставить их в целях обобщения, использовать для решения вопросов генезиса песчано-алевритовых пород (генетическая диаграмма Passega) и определить условия осадконакопления (кривые распределения по Вишеру).

Генетическая диаграмма Пассега позволяет с некоторым приближением оценить палеогидродинамическую обстановку осадконакопления пород по данным гранулометрического анализа. По диаграмме устанавливают гидродинамические особенности накопления тех или иных осадков.

Г. Вишер считает, что изучение распределения размеров зерен помогает выявлению нескольких логарифмически-нормальных популяций, а смешение этих популяций может служить индикатором особенностей процессов седиментации. На основании изучения нескольких сотен образцов современных и в меньшей степени древних осадков Г. Вишер выделил 4 типа распределения размеров зерен, характерных для различных обстановок осадконакопления. Первый тип распределения характерен для современных и древних речных отложений; второй – для мелководноморских песков, в формировании которых большую роль играет действие волн; третий – для эоловых (дюны) и четвертый – для пляжевых отложений.

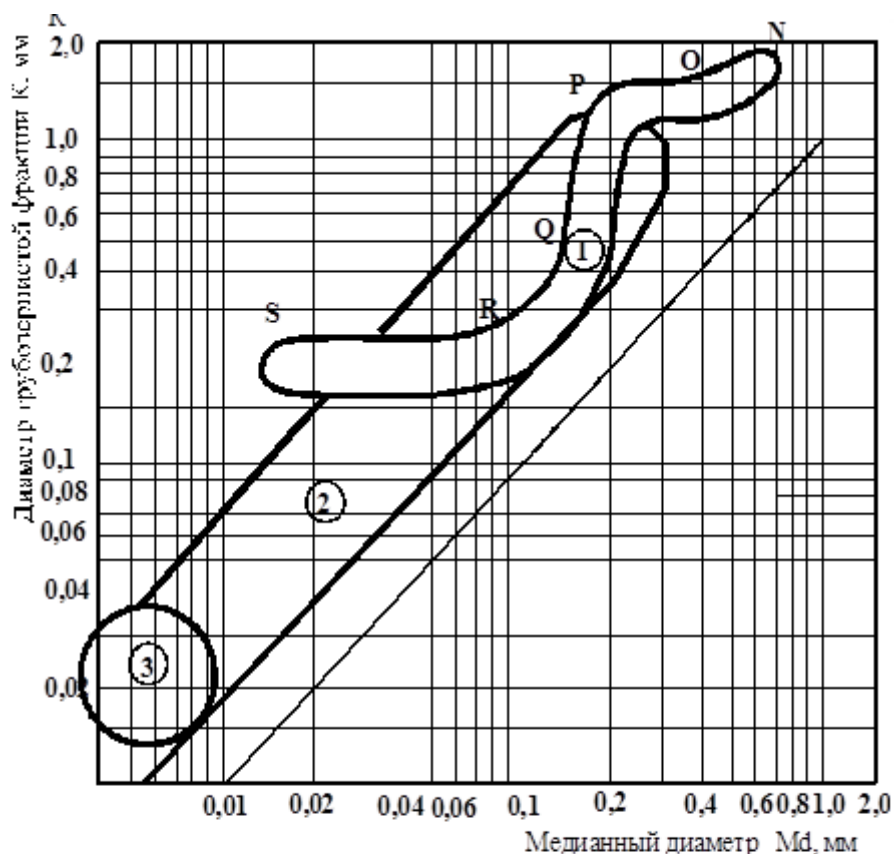
Оборудование и материалы. Полулогарифмическая сетка для построения кривых Вишера, сетка с двойным логарифмическим масштабом для построения генетической диаграммы Пассега.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания

Диаграмма Пассега позволяет с некоторым приближением оценить палеогидродинамическую обстановку осадконакопления пород по данным гранулометрического анализа. Для построения диаграммы используются два значения: медианный диаметр и крупнозернистая часть породы (K). Строится в двойном

логарифмическом масштабе (рисунок 25). По оси абсцисс откладываются значения медианного диаметра, а по оси ординат – коэффициента K . Каждый анализ характеризуется одной точкой, около которой подписывается номер образца. На диаграмме оконтуривают области расположения точек, согласуясь с диаграммой, предложенной Пассега, и устанавливают гидродинамические особенности накопления тех или иных осадков.



N/O - осадки перекачивания; O/P - осадки перекачивания с незначительным количеством осадков взвеси; P/Q - осадки взвеси с некоторым количеством осадков перекачивания (отложения течений с высокими скоростями); Q/R - отложения течений со средними скоростями; R/S - однородные осадки взвеси (отложения течений с низкими скоростями)

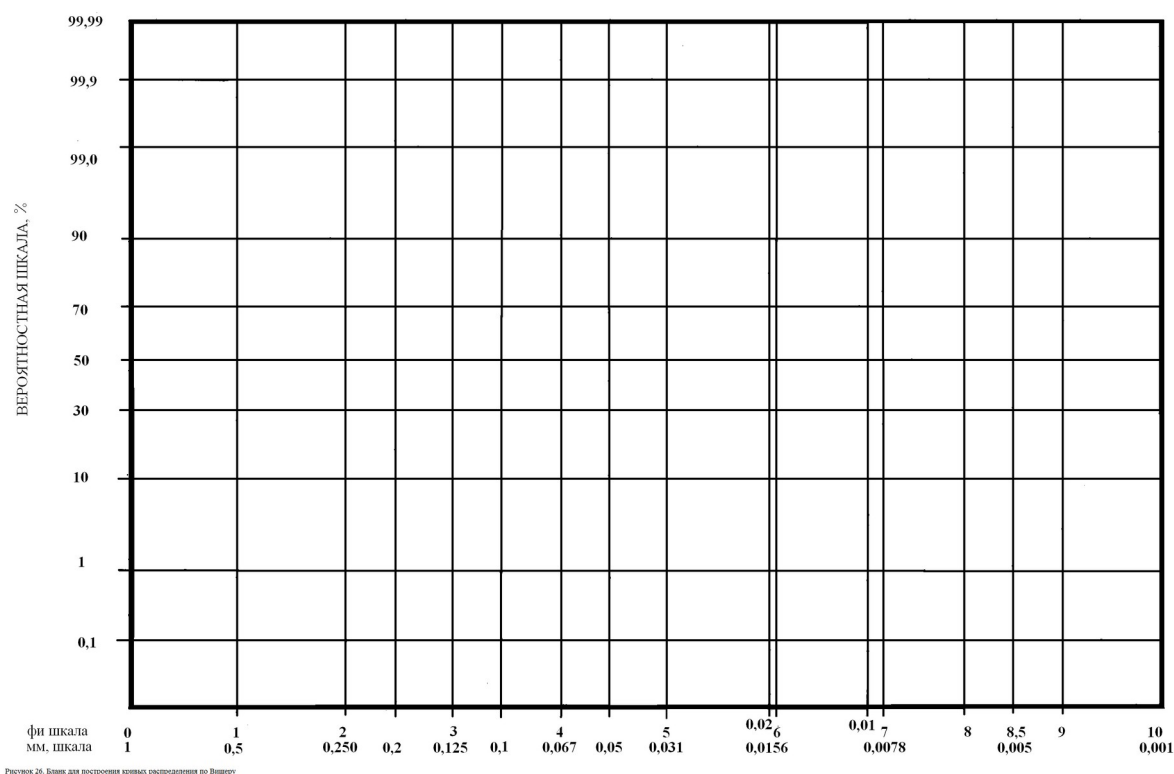
① - Отложения потоков;

② - Турбидитные отложения;

③ - Осадки, отложенные из взвеси в спокойных водах

Рисунок 25. Генетическая диаграмма Пассега

Для построения кривых распределения по Вишеру по оси абсцисс откладываются конечные размеры зерен или их логарифмы, а по оси ординат - суммарные проценты всех частиц. Бланк для построения кривых распределения приведен на рисунке 26.



Содержание отчета. В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование, методику и ход выполнения работы, также следует привести генетическую диаграмму Пассега, кривые распределения по Вишеру и охарактеризовать обстановку осадконакопления всех изученных образцов песчано-алевритовых пород.

Контрольные вопросы

1. Расскажите порядок построения генетической диаграммы Пассега.
2. Как строятся кривые распределения по Вишеру?

Список литературы

1. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9
2. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб.пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнющина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14

ГРАФИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (ПОСТРОЕНИЕ ТРЕУГОЛЬНЫХ ДИАГРАММ, ЦИКЛОГРАММ И ГИСТОГРАММ)

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Знакомство студентов с графическими методами обработки данных гранулометрического анализа и использованием этих данных в генетических целях.

Теоретическая часть. Графическое изображение результатов гранулометрического анализа позволяет более наглядно представить полученные данные (гистограммы и циклограммы), сопоставить их в целях обобщения (треугольные диаграммы).

Самый наглядный график – гистограмма, на котором содержание каждой фракции изображается отдельно, высотой столбика (рисунок 27).

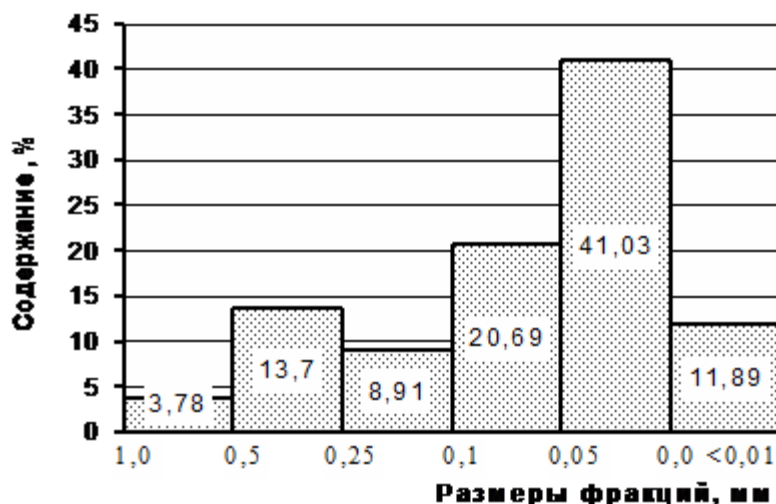


Рисунок 27. Гистограмма гранулометрического состава

Достоинство гистограмм – большая наглядность и возможность показа отдельно любой фракции. Недостаток – невозможность совмещения на одной диаграмме нескольких анализов.

Циклограмма представляет круг, разделенный на секторы, площади или дуги которых пропорциональны содержанию фракций (рисунок 28). Данный график для сопоставления массовых анализов неудобен.

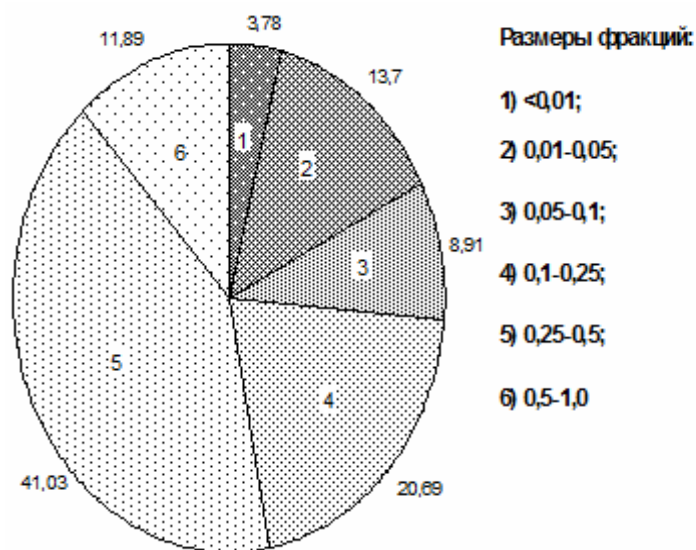


Рисунок 28. Циклограмма гранулометрического состава

Треугольные диаграммы применяют для сопоставления результатов многих анализов - в этом его преимущество перед всеми ранее рассмотренными. Анализы здесь изображаются одной точкой, но содержания фракций определены быть не могут, т.к. при нанесении на треугольную диаграмму, допускающую показ лишь трех компонентов, фракции объединяются.

Оборудование и материалы. Таблицы данных гранулометрического анализа, треугольные диаграммы.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания

Треугольные диаграммы. При построении треугольных диаграмм фракции следует объединить по группам: в одну группу - песчаные, в другую - алевритовые, в третью - глинистые. Если есть гравийная фракция, то она присоединяется к песчаной (рисунок 29).

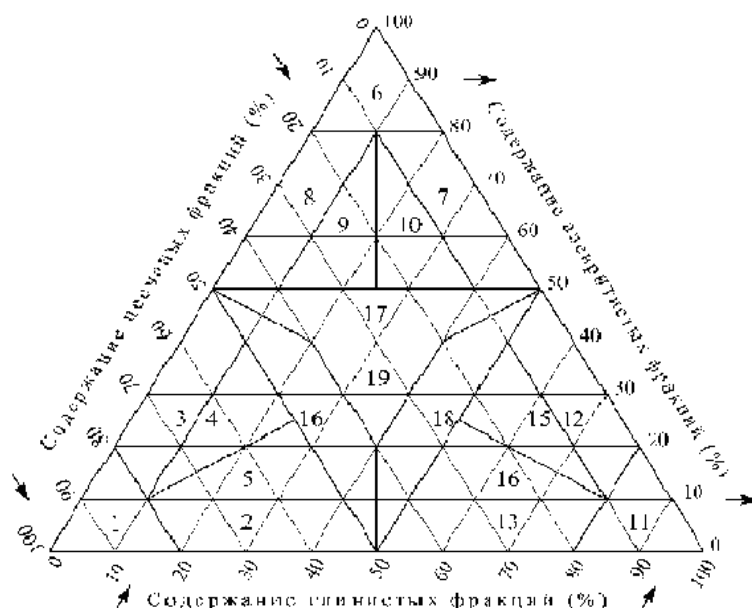


Рисунок 29. Классификационная схема средне- и мелкообломочных пород

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 - песок | 11 - глина |
| 2 - глинистый песок | 12 - алевритовая глина |
| 3 - алевритистый песок | 13 - песчаная глина |
| 4 - глинисто-алевритистый песок | 14 - алеврито-песчаная глина |
| 5 - алеврито - глинистый песок | 15 - песчано-алевритовая глина |
| 6 - алеврит | 16 - супесь |
| 7 - глинистый алеврит | 17 - субалеврит |
| 8 - песчаный алеврит | 18 - суглинок |
| 9 - глинисто-песчаный алеврит | 19 - хлидолит |
| 10 - песчано-глинистый алеврит | |

Необходимо построить равносторонний треугольник, каждой вершине которого будут соответствовать 100% содержание одной из групп фракций. На сторонах, противоположных этим вершинам, расположатся точки с нулевым содержанием соответствующих фракций.

Для удобства нанесения анализов на диаграмму стороны треугольника следует разделить на 10 равных частей и через точки деления провести параллельно сторонам треугольника линии равного содержания соответствующих фракций. Каждая точка, изображающая анализ внутри треугольника, будет иметь три координаты; точки, расположенные на сторонах - две координаты, а в вершинах - одну. Чаще всего песчаные фракции откладывают в левом, алевритовые - в верхнем, а глинистые - в правом углу треугольника.

Если анализов мало, рядом с точкой ставят номер образца, при массовых анализах используют различные условные обозначения.

Для построения столбчатой диаграммы (гистограммы) по оси абсцисс следует отложить граничные размеры фракций (или их логарифмы), а по оси ординат - процентное содержание каждой фракции.

Содержание отчета. В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование, методику и ход выполнения работы, порядок обработки полученных данных. Затем следует привести построенные по данным гранулометрического анализа: гистограмму (1 образец), циклограмму (1 образец), треугольную диаграмму.

Контрольные вопросы

1. Для чего применяют графические способы изображения данных гранулометрического анализа?
2. Охарактеризуйте построение треугольных диаграмм.

Список литературы

1. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9
2. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб.пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15

УСТАНОВЛЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ КОЛЛЕКТОРСКИМИ И ПЕТРОФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ПЕСЧАНО- АЛЕВРИТОВЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Ознакомить студентов с методикой установления корреляционных зависимостей между петрофизическими, и в частности коллекторскими свойствами осадочных горных пород и их литологической характеристикой.

Теоретическая часть. Коллекторские свойства осадочных пород определяются совокупностью их литологических особенностей. Для выражения влияния этой совокупности на пористость и проницаемость можно использовать уравнения регрессии, полученные путем многомерного анализа.

Данной работой предусматривается нахождение парных корреляционных связей между коллекторскими свойствами и литологическими характеристиками, а также между отдельными петрофизическими свойствами горных пород; оценка тесноты этой связи и ее моделирования посредством математических функций.

В общем виде корреляционная связь изучаемого признака с одним или несколькими факторами многомерной совокупности выражается в виде:

$$Y = M[Y] + e \quad (15.1)$$

где Y - изучаемый признак; $M[Y]$ - его математическое ожидание; e - случайная величина, отображающая влияние неучтенных факторов.

В простейшей форме для двухмерной совокупности эта связь может быть представлена уравнением прямой линии

$$M[Y] = aX + b \quad (15.2)$$

где $M[Y]$ - математическое ожидание изучаемого признака; X - фактор, с которым устанавливается связь; a и b - постоянные коэффициенты.

$$a = \frac{N \sum_{i=1}^N X_i Y_i - \sum_{i=1}^N X_i \sum_{i=1}^N Y_i}{N \sum_{i=1}^N X_i^2 - \left[\sum_{i=1}^N X_i \right]^2} \quad (15.3)$$

$$b = \frac{\left(\sum_{i=1}^N X_i^2 \sum_{i=1}^N Y_i - \sum_{i=1}^N X_i \sum_{i=1}^N X_i Y_i \right)}{\left(N \sum_{i=1}^N X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N X_i \right)^2 \right)} \quad (15.4)$$

где N – количество членов совокупности.

Для количественной оценки тесноты связи используют коэффициент корреляции, вычисляемый по формуле:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - Y_{\bar{\delta}})(X_i - X_{\bar{\delta}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Y_i - Y_{\bar{\delta}})^2 \sum_{i=1}^N (X_i - X_{\bar{\delta}})^2}} \quad (15.5)$$

где $Y_{\bar{\delta}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i$; $X_{\bar{\delta}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$ - математические ожидания сопоставляемых параметров.

Коэффициент корреляции может изменяться от -1 до +1. При $R=0$ связь отсутствует, при $R < 0$ - обратная, при $R > 0$ - прямая.

Коллекторские свойства имеют сложные взаимосвязи с литологическими особенностями и определяются совокупным влиянием минералогического состава и гранулометрии пород. При этом одни параметры способствуют улучшению коллекторских свойств, другие – ухудшению.

Кроме того, один и тот же литологический параметр неодинаково взаимосвязан с коллекторскими свойствами пород различных месторождений и горизонтов.

Поэтому при литологических исследований для целей изучения пород-коллекторов необходимо определять взаимосвязь между петрофизическими свойствами не только для отдельных месторождений, нефтеносных пластов, но и для различных литологических разностей.

Оборудование и материалы.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания.

1. Для песчано- алевритовых пород построить кумулятивные кривые и определить степень отсортированности (So) и медианный диаметр (Md)

2. Построить графики зависимости пористости осадочных пород от: объемного веса, остаточной водонасыщенности, содержания глинистых частиц, суммарного содержания цемента (глинистой фракции и карбоната), от содержания фракции 0,05-0,01 мм, общей карбонатности, медианного диаметра и степени отсортированности

3. Построить графики зависимости проницаемости осадочных пород от: пористости, объемного веса, содержания глинистых частиц, суммарного содержания цемента (глинистой фракции и карбоната), от содержания фракции 0,05-0,01 мм, общей карбонатности, медианного диаметра и степени отсортированности в полулогарифмическом масштабе

4. Построить графики зависимости остаточной водонасыщенности от проницаемости пород (в полулогарифмическом масштабе) и содержания глинистых частиц.

5. Описать полученные зависимости уравнениями и рассчитать коэффициенты корреляции.

6. Проанализировать полученные зависимости, установить от каких литологических параметров, главным образом, зависят коллекторские свойства и объяснить эти закономерности.

Содержание отчета. В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование, методику и ход выполнения работы.

Контрольные вопросы

1. Формула коэффициента корреляции.
2. Как может меняться коэффициент корреляции?
3. От каких геологических параметров зависят коллекторские свойства?
4. Какие параметры способствуют улучшению коллекторских свойств?
5. Какие параметры ухудшают коллекторские свойства?

Список литературы

1. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб. пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №16
ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ПЕСЧАНО-АЛЕВРИТОВЫХ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ОТ УСЛОВИЙ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Научить студентов проводить анализ зависимостей различных свойств пород, в том числе и коллекторских, от условий формирования этих пород.

Теоретическая часть. Петрофизические свойства песчано-алевритовых пород в значительной степени определяются условиями их образования, в частности палеогидродинамической обстановкой.

О палеогидродинамических условиях можно судить, используя данные гранулометрического анализа. Вполне удовлетворительные результаты дает использование диаграммы Пассега.

Гранулометрический (механический) анализ – определение размеров и количественного соотношения частиц (фракций), составляющих рыхлую горную породу. По мнению Д. Р. Пассега способы переноса и отложения обломков могут быть определены соотношением двух основных параметров — максимального размера C , определяемого как 99%-ная квартиль, т. е. такой размер, относительно которого более крупные зерна составляют 1 процент по массе, и медианного диаметра. Диаграмма Пассега предназначена для определения способа переноса осадков в водной среде (по В. Н. Шванову, 1969 г.). Поскольку способы переноса и отложения обломков зависят от динамики водного потока, которая в значительной мере определяется физико-географическими условиями, то на основе диаграммы можно с определенной степенью вероятности восстанавливать эти условия. Диаграммы Пассега, как и другие генетические диаграммы, с той или иной достоверностью определяют именно динамику среды осаждения.

Оборудование и материалы. Шкала в полулогарифмическом масштабе, диаграмма Пассега, карандаш, линейка.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания.

Для установления связи между петрофизическими свойствами и палеогидродинамической обстановкой осадконакопления необходимо:

1. Используя данные гранулометрического анализа дать точное наименование породы (таблица 40).
2. Построить по данным гранулометрического анализа кумулятивные кривые в полулогарифмическом масштабе.
3. Определить гранулометрические коэффициенты (по Траску) и полученные данные свести в таблицу 16.1.

Таблица 16.1. Гранулометрические коэффициенты

№ обр.	Наименование породы	Md	So	A	K

4. Построить диаграмму Пассега. Проанализировать ее и полученные данные свести в таблицу 16.2.

Таблица 16.2. Определение обстановки осадконакопления

№ обр.	Название породы	Пор, %	Kпр	Сод. гл част, %	Объем. вес, г/см ³	Ост. вод. %	Карб, %	So	Md
Обстановка осадконакопления (по Пассега)									

5. Проанализировать таблицу и дать заключение о связи петрофизических параметров с обстановками осадконакопления.

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы, краткие теоретические предпосылки, произвести расчеты и представить выполненную работу в виде таблиц 16.1, 16.2.

При защите работы студент должен иметь отчет о выполненной работе, уметь ответить на предложенные преподавателем вопросы.

Контрольные вопросы

1. Как проводят гранулометрический анализ?
2. Для чего используют диаграмму Пассега?
3. Какая существует связь петрофизических параметров с обстановками осадконакопления?

Список литературы

1. Добровольский, В. В. Геология. Минералогия, динамическая геология, петрография : учебник для вузов / В. В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2008. - 320 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 302-303. - ISBN 978-5-691-00782-8
2. Логвиненко, Н. В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования) : учебник для вузов / Н. В. Логвиненко. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1974. - 400 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 17

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ

Цель работы. Научить студентов правильно исследовать вещественный состав пород, их структурно-текстурные особенности, морфологическое строение порового и трещинного пространства, проследить характер и направленность постседиментационных изменений (уплотнение, перекристаллизацию, аутигенное минералообразование), определять параметры трещиноватости.

Теоретическая часть. В основных нефтегазоносных районах наблюдается широкое развитие трещин в карбонатных породах. Характер и параметры их весьма изменчивы в пределах отдельных пластов и даже небольших прослоев. На основе детального литологического изучения трещиноватых пород установлено широкое распространение микротрещин неодинаковых по морфологии, раскрытости и генезису, которые могут быть сгруппированы по ряду признаков: по ширине или раскрытости, характеру разветвления, форме, степени выполнения веществом и его составом, густоте, ориентировке относительно структуры и текстуры породы и генезису.

Общая пористость трещиноватой карбонатной породы складывается из межзерновой пористости, пористости, обусловленной объемом трещин и пустот, возникших за счет процессов растворения (каверны, микрокарстовые и стилолитовые полости). Таким образом, общая пористость трещиноватой породы определяется суммарным объемом пустот, содержащихся в породе, отнесенным к объему этой породы.

Общая проницаемость трещиноватой породы складывается из проницаемости межзернового пространства и проницаемости секущих породу трещин.

Так как трещинный коллектор, как правило, связан с весьма плотными и хрупкими породами, межзерновая проницаемость которых очень низка и редко превышает 0,1 миллидарси, общая проницаемость таких пород фактически является трещинной.

Общая проницаемость и общая пористость трещиноватых пород находятся в тесной связи со своеобразным процессом фильтрации, свойственным этим породам. В этом процессе фильтрации участвуют как разнообразные пустоты в породе, так и трещины, связывающие эти пустоты. Роль трещин в этом процессе фильтрации также является ведущей. Отсюда вытекает необходимость знания характеристик трещинной пористости и особенностей проницаемости таких коллекторов.

В нефтепромысловой практике, особенно на первоначальном разведочном этапе, когда отсутствуют промысловые данные испытания скважин, трещинная проницаемость может быть определена методом микроскопического исследования петрографических шлифов, разработанным во ВНИГРИ. Этот метод является статистическим и предназначается для количественного и качественного определения таких параметров трещиноватых горных пород, как трещинная проницаемость, густота трещин, трещинная пористость, а также для качественной оценки общей емкости породы, составленной в общем случае порами, кавернами, микрокавернами и стилолитовыми пустотами, открытыми трещинами и трещинами, заполненными люминисцирующим битумом.

Для этой цели используются нестандартные петрографические шлифы (площадью 25-30 см²). Для получения достаточно достоверных данных необходимо исследовать не менее 15 шлифов из каждого исследуемого интервала с последующим осреднением полученных по этим шлифам данных. При изготовлении шлифов, предназначенных для изучения трещиноватости, необходимо учитывать, чтобы углы между осью цилиндрического керна и направлением резания в исследуемом множестве шлифов распределились равномерно и составляли от 0° до 18°; от 18° до 36°; от 36° до 54°; от 54° до 72°; от 72° до 90°.

При определении параметров трещин и их описании под поляризационным микроскопом рекомендуется пользоваться объективами с 3-х или 8-кратным увеличением, при окуляре с 8-кратным увеличением. Это дает возможность охвата площади шлифа с представлением полной картины трещиноватости; при этом увеличении контуры трещин, пор, каверн и т.д. просматриваются более четко. Площадь шлифа измеряется измерительной линейкой или палеткой (со стороны квадрата 6 см).

Раскрытость или ширина трещины измеряется с помощью линейного окуляр-

микрометра при любом объективе (при объективе 8^x цена деления равна 20 микрон или 0,02 мм).

Оборудование и материалы.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания.

1. Дать название породы.
2. Определить степень выполнения микротрещин (схема описания).
3. Определить состав вещества и характер выполнения микротрещин (схема описания).

В зависимости от вещества (минеральное, битумное, смешанное), выполняющего микротрещины, их сокращённо следует именовать минеральными, битумными и смешанными.

Минеральные трещины могут быть заполнены кальцитом, доломитом, гипсом, ангидритом, глинистым веществом.

Битумные трещины могут быть выполнены желтым нефтяным битумом, коричневым люминесцирующим битумом и черным глинисто-органическим, обычно не люминесцирующим веществом.

4. Установить относительный возраст микротрещин по взаимопересечению и выполняющему веществу, учитывая, что:

4.1. наиболее ранние генерации микротрещин – это микротрещины, заполненные глинистым, глинисто-органическим или минеральным веществом;

4.2. более поздней генерации – микротрещины, заполненные коричневым люминесцирующим битумом, в случае пересечения ими микротрещин, заполненных черным глинисто-органическим веществом;

4.3. самые «молодые» по времени образования – открытые микротрещины, открытые микротрещины с примазками желтого нефтяного битума или нацело заполненные им.

5. Определить расположение трещин в породе относительно структуры и слоистости.

6. Определить форму трещин.

7. Определить плотность трещиноватости, исходя из нижеследующего:

7.1. незначительная плотность - 1-2 трещины на 1 см²;

7.2. умеренная плотность - 3-5 трещин на 1 см²;

- 7.3. значительная плотность - 6-10 трещин на 1см^2 .
8. Установить эффективные микротрещины, по которым возможна фильтрация нефти. К эффективным микротрещинам относятся:
- 8.1. открытые микротрещины;
 - 8.2. открытые микротрещины с примазками по стенкам люминисцирующего коричневого или желтого нефтяного битума;
 - 8.3. заполненные нацело коричневым или желтым люминисцирующим битумом.
9. Для каждой, предварительно выделенной группы трещин отдельно произвести расчет параметров, необходимых для подсчета трещинной пористости и трещинной проницаемости:
- 9.1. определить ширину микротрещины (миллиметры) несколькими измерениями в различных частях (за среднюю величину раскрытости следует принять наиболее часто встречаемое значение).
Подразделить трещины по величине раскрытости;
 - 9.2. определить длину трещин в мм и произвести их классификацию;
 - 9.3. определить суммарную длину трещин.
10. Определить площадь шлифа.
11. Произвести подсчет параметров:
- трещинной пористости - m_T , %;
 - трещинной проницаемости K_T , м^2 ;
 - объемной плотности микротрещин T , $1/\text{м}$,
- по формулам, предложенным Е.С.Роммом (Смехов и др., 1958).

$$K_{\text{пр.т}} = B \times A \times \frac{b^3 l}{S} \quad (17.1)$$

$$m_t = C \times \frac{b \times l}{S} \times 100\% \quad (17.2)$$

$$T = 1,57 \times D \frac{1}{S} \quad (17.3)$$

b – ширина микротрещин;

l – суммарная длина микротрещин;

S – площадь шлифа;

B, C, D – переводные коэффициенты в зависимости от единиц измерения

A – численный коэффициент, зависящий от геометрии системы трещин в

породе.

12. Определить средние значения указанных параметров для данного участка разреза по формулам:

$$K_{\text{пр.т}} = A \frac{\sum_{i=1}^n b_i l_i}{\sum_{i=1}^k S_i} \quad (17.4)$$

$$m_t = \frac{\sum_{i=1}^n b_i l_i}{\sum_{i=1}^k S_i} \quad (17.5)$$

$$T = 1,57 \frac{\sum_{i=1}^n b_i l_i}{\sum_{i=1}^k S_i} \quad (17.6)$$

b_i, l_i, S_i - соответственно значения раскрытости, длины трещин и площади каждого шлифа;

n - число шлифов с трещинами;

k - общее число шлифов, включая шлифы без эффективных трещин.

13. Отметить наличие в шлифе стилолитов и приуроченных к ним микротрещин (определение исходных данных и описание трещин, развитых в стилолитах, произвести по вышеописанной схеме).

14. Произвести изучение пор, каверн, микрокарстовых пустот, обычно развивающихся по системам микротрещин, сообщающим пустотам гидродинамическую связь, для чего:

14.1. Определить их размер с помощью окуляр-микрометра и произвести подразделение на типы, согласно данным Г.И.Теодоровича:

- тонкие - менее 0,01-0,02 мм в диаметре;
- очень мелкие - от 0,01-0,02 до 0,1 мм;
- мелкие - от 0,1 до 0,25 мм;
- средние - от 0,25 до 0,50 мм;
- крупные - от 0,5 до 1,0 мм;
- грубые - от 1,0 до 2,0 мм;
- каверны - от 2,0 мм до 50 см ;

14.2. отметить тип расположения пустот в породе, учитывая, что выделяются пустоты:

- между отдельными зернами карбоната;
- между скелетными остатками организмов;
- внутри скелетных остатков организмов;

- внутри минеральных трещин;
- внутри стилолитов;
- на месте выщелоченных органических скелетов, или на месте выщелоченных участков цемента (вмещающей породы);
- пустоты расширения по открытым микротрещинам;

14.3. определить суммарную площадь пустот в шлифе;

14.4. определить относительную емкость породы в рассматриваемой плоскости (отношение суммарной площади пустот в шлифе S_n к его площади S), в %;

14.5. определить среднее значение относительной емкости породы, связанной с порами, кавернами, стилолитовыми пустотами по формуле:

$$K_{\text{пр.т}} = A \frac{\sum_i^n S_{ni}}{\sum_i^k S} \quad (17.7)$$

где S_{ni} – суммарная площадь пустот в шлифе.

15. Дать полное микроскопическое описание породы.

Пример описания шлифа трещиноватой породы под микроскопом.

Известняк серый, органогенно-детритовый, массивный, трещиноватый.

Основная масса породы на 50-60 % состоит из органических остатков и их обломков размером от 0,1 до 2,0 мм. Органические остатки представлены фораминиферами и криноидеями.

Цемент – кальцит крупнозернистый.

Через весь шлиф, огибая и рассекая органические остатки и зерна цемента, проходят стилолиты, выполненные глинистым веществом. Ширина стилолита – 0,01-0,02 мм, амплитуда зубцов варьирует в пределах 0,09-0,17 мм.

Помимо стилолита в шлифе наблюдаются минеральные и открытые трещины и пустоты выщелачивания.

Самыми ранними по времени образования являются минеральные микротрещины, заполненные среднезернистым кальцитом; они прямолинейны.

Ширина минеральных микротрещин от 10 до 150 м, средняя 60 м. Суммарная длина минеральных микротрещин – 70 мм, площадь шлифа – 2500мм².

Открытые микротрещины секут все микротрещины и по времени образования являются самыми молодыми. Они имеют слабоизвилистую форму. Ширина колеблется от 10 до 50 м, средняя – 25 м, суммарная длина – 100 мм.

Открытые микротрещины трудно сгруппировать в системы, поэтому параметры вычисляются по формулам для хаотических микротрещин;

$$T = 69 \text{ 1/М}; \quad K_T = 0,2 \cdot 10^{-18} \text{ м}^2; \quad m_T = 0,2 \text{ \%}.$$

Вдоль открытых микротрещин отмечаются расширения, связанные с выщелачиванием, имеющие неправильную форму. Общая площадь расширений 30 мм².

Вторичные пустоты выщелачивания (вне систем микротрещин) образованы в цементе или внутри органических остатков. Размер их от 0,3 до 0,8 мм. По этому размеру они могут быть отнесены к средним и крупным порам. Микропоры соединены трещинами. Суммарная площадь пустот в шлифе 125 мм или 5 %. Общая пористость породы в плоскости шлифа 5,2 %.

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы, краткие теоретические предпосылки, произвести расчеты и представить выполненную работу.

При защите работы студент должен иметь отчет о выполненной работе, уметь ответить на предложенные преподавателем вопросы.

Контрольные вопросы.

1. С чем связана необходимость определения размеров и формы трещин?
2. Из чего складывается поровое пространство в карбонатных коллекторах?
3. Почему при изучении трещиноватости пользуются объективами небольшого увеличения?
4. Чем определяется проницаемость трещиноватых пород-коллекторов?
5. Как устанавливается относительный возраст микротрещин?
6. Как разделяются микротрещины по степени и характеру выполнения и по составу выполняющего вещества?
7. Как подразделяются вторичные пустоты по размерам?
8. Какие микротрещины можно отнести к эффективным?
9. По каким формулам производится подсчет параметров трещиноватости?

Список литературы

1. Добровольский, В. В. Геология. Минералогия, динамическая геология, петрография : учебник для вузов / В. В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2008. - 320 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 302-303. - ISBN 978-5-691-00782-8
2. Логвиненко, Н. В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования) : учебник для вузов / Н. В. Логвиненко. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1974. - 400 с.
3. Миловский, А. В. Минералогия и петрография : учебник для техникумов / А. В.

Миловский. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1973. - 368 с. : ил. - Указ.горн. пород: с. 363-365

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №18

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИСТОЛКОВАНИЕ ДАННЫХ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПЕСЧАНО-АЛЕВРИТОВЫХ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель работы. Ознакомить студентов с некоторыми существующими методиками оценки палеообстановок осадконакопления по данным гранулометрического анализа. В методических указаниях дается характеристика этих методик и приводится ряд формул, позволяющих восстановить условия накопления осадков.

Теоретическая часть. Для многих или большинства песков метод П. Д. Траска, вовлекающий в обработку только половину распределения (от 25 до 75%-х ординат) и совершенно не учитывающий самые информативные в генетическом отношении фланги (хвосты) спектра — самые крупные и самые тонкие фракции, в сумме составляющие половину распределения, оказывается грубым и недостаточно точным. Поэтому Р. Фолк и У. Уорд (Folk, Ward, 1957) разработали графические способы определения большего числа параметров с вовлечением в обработку почти всего гранулометрического спектра породы, т. е. практически всю кумулятивную кривую (от 5 до 95%-х) ординат. В результате получается не только более полная картина распределения зерен по размерам, но и точнее определяются основные гранулометрические коэффициенты статистики. Прежде всего, следует отметить, что в предлагаемых формулах используется Φ — диаметр. Эта величина была предложена В.С. Крумбейном. Она представляет собой целое число – отрицательный логарифм с основанием 2, а именно $\Phi = -\log_2 d$, где d – граничный диаметр фракций. При этом граница в 1 мм по принимаемой нами классификации отвечает границе гравия и песков и выражается нулевым Φ . Более крупные частицы имеют отрицательные значения Φ диаметра, а более мелкие – положительное (таблица 18.1).

Таблица 18.1. Гранулометрическая шкала С.К. Уэнтворта (в мм и единицах Φ)

мм	Φ	мм	Φ	мм	Φ	мм	Φ	мм	Φ
4,0	- 2	0,5	1,0	0,063	4,0	0,008	7,0	0,001	10,0
2,0	-1	0,25	2,0	0,031	5,0	0,004	8,0		

1,0	0,0	0,125	3,0	0,016	6,0	0,002	9,0		
-----	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	--	--

Ниже приводятся формулы, предложенные Р. Фолком и У. Уордом для определения основных гранулометрических коэффициентов статистики

Средний диаметр (ГСД — графический средний диаметр) определяется не по одной точке (50%-й ординате), как это имеет место в методе П. Д. Траска, а по

большой части гранулометрического спектра, ибо $ГСД = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3}$ (18.1) т. е. определяется по трем точкам кривой. ГСД используется также в классификационных целях (таблица 18.2).

Таблица 18.2. Классификация горных пород по ГСД

ГСД, мм	Φ	Название гранулотипа
2 – 1	-1 до 0,0	песок грубозернистый
1 – 0,5	0,0 – 1,0	песок крупнозернистый
0,5 – 0,25	1,0 – 2,0	песок среднезернистый
0,25 – 0,125	2,0 – 3,0	песок мелкозернистый
0,125 – 0,063	3,0 – 4,0	песок тонкозернистый

Графическое стандартное отклонение (ГСО) вычисляется по формуле $ГСО = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6,6}$ (18.2). Как видно из нее, стандартное отклонение, по Р. Фолку и У. Уорду, определяется по четырем точкам, т. е. практически по всей кривой. Поэтому оно становится более точным показателем сортировки, градации которой приводятся в таблице 18.3.

Таблица 18.3. Степень отсортированности пород по данным ГСО

Менее 0,35 Φ	Сортировка очень хорошая
0,35 – 0,50	Сортировка хорошая
0,50 – 0,71	Сортировка довольно хорошая
0,71 – 1,0	Сортировка средняя(умеренная)
1,0 – 2,0	Сортировка плохая
2,0 – 4,0	Сортировка очень плохая
Более 4,0	Сортировка отсутствует

Графическая асимметрия (ГАС) вычисляется по формуле

$$ГАС = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)} \quad (18.3)$$

По ГАС различают следующие градации (таблица 18.4).

Таблица 18.4. Значение графической асимметрии

ГАС	Распределение	Асимметрия
0,0	Симметричное	Отсутствует
- 0,1 – +0,1	Почти симметричное	Слабая
+0,1 – +0,3	Скошенное в тонкой части	Положительная
+0,3 – +1,0	Сильно скошенное в тонкой части	Сильно положительная
- 0,1 – - 0,3	Скошенное в грубой части	Отрицательная
-0,3 – -1,0	Сильно скошенное в грубой части	Сильно отрицательная

Графический эксцесс (ГЭК) фактически выражает отношение сортировки в крайних концах кривой распределения (т. е. в ее хвостах) к сортировке в ее центральной части. Он определяется по формуле

$$ГЭК = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2,44(\Phi_{75} - \Phi_{25})} \quad (18.4)$$

т. е. по четырем точкам, расположенным по всей кривой.

У нас в стране наиболее разработаны генетические диаграммы Н. Г. Боровко (1962; Боровко, Боровко, 1967, 1978, см. также Рухин, 1969, с. 494) и Г. Ф. Рожкова (1976, 1978–1980 и др.; Рожков, Трофимова, 1968; Биккенин, Рожков, 1982). Первая основана на трех параметрах (по шкале Φ): асимметрии, коэффициента сортировки и эксцесса. Их различия сведены в таблица 18.5.

Таблица 18.5. Разделение песков по генезису (Н. Г. Боровко, 1962; Боровко, Боровко, 1967)

Пески	Сортировка	Асимметрия	Эксцесс
Эоловые	0,5 – 0,7	0 – 1,6	(-2) - (+2)
Морские	0,3 – 0,7	(-0,5) - (-3)	0 – 20
Речные	0,4 – 1,1	0 – 1,6	0 – 5

Так, если морские и эоловые пески близки по стандартному отклонению (=сортировке), то они резко различаются асимметрией и эксцессом. С другой стороны, речные пески по асимметрии близки к эоловым, но заметно отличаются по сортировке и эксцессу.

Речные и эоловые хорошо отличаются от морских с отрицательной асимметрией. Между собой речные и эоловые пески, имеющие положительную асимметрию, различаются величиной и знаком эксцесса: эоловые характеризуются малыми значениями эксцесса (по другой шкале – преимущественно отрицательными), речные – положительными невысокими, а морские – чаще всего высокими положительными значениями эксцесса.

Для определения генетического типа песков Б. К-Саху (Sahu, 1964) предложил четыре дискриминантных уравнения, которые дали удовлетворительные результаты при разделении эоловых, морских пляжевых, мелководно-морских, речных и суспензионных (мутьевые потоки) песков:

$$U_1 = -3,5688 \text{ ГСД} + 3,7016 \text{ ГСО}^2 - 2,0766 \text{ ГАС} + 3,1135 \text{ ГЭК},$$

$$U_1 < -2,74 \text{ - эоловые пески}$$

$$U_1 > -2,74 \text{ - пески пляжа}$$

$$U_2 = 15,6534 \text{ ГСД} + 65,7091 \text{ ГСО}^2 + 18,1071 \text{ ГАС} + 18,5043 \text{ ГЭК},$$

$$\text{пески пляжа} < 65,3650 < \text{мелководно-морские пески}$$

$$U_3 = -0,2852 \text{ ГСД} - 8,7604 \text{ ГСО}^2 - 4,8932 \text{ ГАС} + 0,0482 \text{ ГЭК},$$

$$\text{речные пески} < -7,419 < \text{мелководно-морские пески}$$

$$U_4 = 0,7215 \text{ ГСД} - 0,4032 \text{ ГСО}^2 + 6,7322 \text{ ГАС} + 5,2927 \text{ ГЭК},$$

$$\text{отложения мутевых потоков} < 9,8433 < \text{речные пески}$$

Оборудование и материалы. Для выполнения работы необходимо иметь таблицы фактического материала по данным гранулометрического состава песчаных пород различных районов.

Указания по технике безопасности смотреть в приложении 1.

Задания

1. Построить кумулятивные кривые для всех образцов
2. Снять с кумулятивных кривых значения размеров частиц, содержание которых составляет 5, 16, 50, 84, и 95% и внести в таблицу.
3. Используя данные таблицы построить (в логарифмическом масштабе) график зависимости между значениями размеров частиц в мм и по шкале Φ

4. Перевести значения (мм), полученные в п. 2, в шкалу Φ , и внести эти данные в таблицу.

Таблица 18.6. Значения гранулометрических данных и определение наименований образцов

№ обр	Наименование образца	м м	$\Phi 5$	мм	Φ_{16}	мм	$\Phi 50$	мм	$\Phi 84$	м м	$\Phi 95$

5. Рассчитать по формулам, предложенным Р. Фолком и У. Уордом основные гранулометрические коэффициенты статистики и внести их в таблицу 18.7.

Таблица 18.7. Графические гранулометрические коэффициенты

№ обр	$ГСД$	$ГСО$	$ГАС$	$ГЭК$

6. Произвести классификацию образцов по графическим гранулометрическим коэффициентам и свести данные в таблицу 18.8.

Таблица 18.8. Классификация образцов по графическим коэффициентам

№ обр	$ГСД$	$ГСО$	$ГАС$

7. Составить сравнительную таблицу (таблица 18.9) гранулометрических коэффициентов по Траску и полученных по формулам Р. Фолка и У. Уорда

Таблица 18.9. Сравнение гранулометрических коэффициентов по Траску и полученных по формулам Р. Фолка и У. Уорда

№№ обр	Md	$ГСД$	So	$ГСО$	Ak	$ГАС$

8. Составить корреляционные зависимости между парами коэффициентов, найти коэффициенты корреляции и проанализировать полученные данные

9. Для определения генетического типа песков рассчитать по дискриминантным уравнениям, предложенным Б. К-Саху (Sahu, 1964) четыре параметра (Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4), определить генетический тип пород и полученные данные свести в таблицу 18.10.

Таблица 18.10. Генетические типы пород (по Б. К-Саху)

№№ обр	Название породы	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Генетический тип пород

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы, краткие теоретические предпосылки, произвести расчеты и обобщения, изложенные в теоретической части и представить выполненную работу в виде таблиц 18.6 – 18.10.

При защите работы студент должен иметь отчет о выполненной работе, уметь ответить на предложенные преподавателем вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какие генетические коэффициенты были предложены Траском?
2. Как определяются эти коэффициенты?
3. Чем отличаются коэффициенты, предложенные Р. Фолком и У. Уордом?
4. Какие более информативны и почему?
5. Как можно оценить генетический тип пород по уравнениям, предложенным Саху?
6. Приведите классификацию пород по степени отсортированности (по Траску)
7. Чем отличается классификация, предложенная Р. Фолком и У. Уордом?

Список литературы

1. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9
2. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб. пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №19

УСТАНОВЛЕНИЕ СЕДИМЕНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ФАЦИЙ

Тема (12): Основные методы фациального анализа.

Цель. Научиться определять палеогидродинамические уровни, отражающие динамическую активность среды седиментации.

Актуальность В практике нефтегеологических работ возможности литологических и палеоэкологических методов для фациального анализа ограничены. Известно, что выход керна очень невелик, а в ряде скважин и вовсе отсутствует. Однако практически во всех скважинах проводится широкий комплекс промыслово-геофизических исследований. По некоторым данным из них, в частности, по данным электрокаротажа скважин, можно получить информацию о гранулометрическом составе пород и проводить фациальную диагностику осадочных образований. Теоретические и методологические положения нового направления нефтяной геологии – электрометрии песчаных тел-коллекторов и глинистых пород-экранов разработал В.С. Муромцев.

Теоретическая часть.

Для определения генезиса осадков по данным каротажа необходимо знание изменения условий седиментации во времени для отложений каждой фации. Фации в данном случае рассматриваются с позиций выявления механизма формирования слагающих их осадков, в основу которого положен седиментологический фактор изменения палеогидродинамики среды.

Всего было выделено пять гидродинамических уровней (режимов): очень высокий, высокий, средний, низкий, очень низкий. Каждый из этих уровней характеризуется рядом первоначальных признаков, отражающих динамическую активность среды седиментации (таблица 1.1).

Для каждой фации имеются свои, только ей свойственные, сочетания

палеодинамических режимов седиментации. Смена палеогидродинамических уровней в характерной для данной фации последовательности носит название седиментологической модели фации. Эти модели дают возможность реконструировать палеогидродинамическую обстановку и определять генезис осадков по электрокаротажным разрезам скважин.

Как известно, метод самопроизвольной поляризации (ПС) в условиях терригенного разреза отражает литологические свойства пород (относительную глинистость и размеры обломочных частиц), что позволяет выявлять особенности среды седиментации и оценивать коллекторские свойства пород. С целью исключения влияния изменения химического состава буровых растворов и масштабов записи на характер кривой ПС были использованы относительные значения ПС и $L_{ПС}$.

Электрометрическая модель фации – это отрезок кривой ПС, отражающий литофизические свойства пород, обусловленные характерной последовательностью смены палеогидродинамических уровней среды седиментации во времени. На рисунке 28 показаны морфология аномалий кривых ПС, палеогидродинамические уровни среды осадконакопления в соответствии с интервалами значений $L_{ПС}$ и преобладающим классом коллектора в той или иной части песчаного тела.

Таблица 1.1. Палеогидродинамические уровни, отражающие динамическую активность среды седиментации

У Р О В Н И					
Литология	I Очень высокий	II Высокий	III Средний	IV Низкий	V Очень низкий
Породы	Песчаники крупно- и среднезернистые неглинистые	Песчаники средне-мелкозернистые	Песчано-алеврито-глинистые породы	Алевриты и глинисто-алевритовые породы	Алеврито-глинистые породы и глины
Гранулометрия	П _{фр} - 70-95 % А _{фр} - 5-10 % Г _{фр} - 0-15 % Md > 0,25 мм Зерна гравия, галька	П _{фр} - 50-70 % А _{фр} - 5-20 % Г _{фр} - 15-25 % Md - 0,1- 0,2 мм	П _{фр} - 20-50 % А _{фр} - 20-50 % Г _{фр} - 20-50 % Md - 0,06 -0,1 мм	П _{фр} - 0-20 % А _{фр} - 50-85 % Г _{фр} - 15-50 % Md < 0,06 мм	П _{фр} - 0-5 % А _{фр} - 0-20 % Г _{фр} - 50-90 % Md << 0,02 мм
Слоистость	Крупная косая, иногда сходящаяся или отсутствует. По границам серий - мелкая галька	Косая, косоволнистая. Серийные швы отчетливы	Мелкая косая, косоволнистая, иногда волнистая и горизонтальная. Серийные швы слабо заметны	Волнистая, линзовидная, горизонтальная	Горизонтальная или отсутствует
Следы размыва в основании	Всегда присутствуют в виде конгломератовидных пород	Всегда присутствуют в виде конгломератовидных пород	Слабо выражены в виде мелких окатышей или отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют

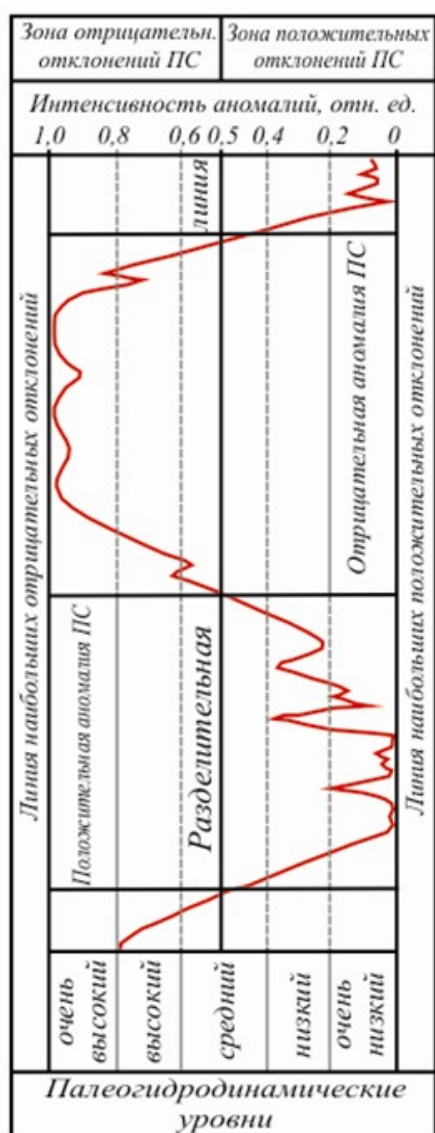


Рисунок 30. Морфология кривой ПС и палеогидродинамические уровни среды седиментации

Литологические залежи приурочены к определенным отложениям. В связи с этим, основное внимание обращено на изучение условий формирования, особенностей строения и пространственного размещения песчаных тел-коллекторов и глинистых пород-экранов аллювиального, прибрежно-морского и дельтового комплекса фаций.

Оборудование и материалы. Таблицы с данными для выполнения работы.

Задания.

По гранулометрическим данным, коэффициентам пористости и проницаемости, остаточной водонасыщенности (варианты заданий раздаются преподавателем) определить:

1. Палеогидродинамический уровень;

2. Возможные типы слоистости;
3. Следы размыва;
4. Установить является ли порода коллектором – неколлектором
5. Дать название породы

Результаты внести в таблицу 1.2.

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы, краткие теоретические предпосылки, заполнить таблицу.

При защите работы студент должен иметь отчет о выполненной работе, уметь ответить на предложенные преподавателем вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какими породами представлен высокий палеогидродинамический уровень?
2. Какая слоистость характерна для среднего палеогидродинамического уровня?
3. В каких палеогидродинамических уровнях отсутствуют следы размыва?

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
2. Добровольский, В. В. Геология. Минералогия, динамическая геология, петрография : учебник для вузов / В. В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2008. - 320 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 302-303. - ISBN 978-5-691-00782-8

Таблица 1.2. Установление палеогидродинамических уровней седиментации

Название породы	Гранулометрия	Палеогидуровень	Кпор., %	Кпр., 10^{-3} мкм ²	Sb %	Возможные типы слоистости	Следы размыва	Коллектор-неколлектор

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №20

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТУР ПОВЕРХНОСТИ СЛОЯ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель. Познакомить студентов с основными текстурными особенностями пород, условиями их образования, научить правильно описывать текстуры и использовать эти сведения для воссоздания условий седиментогенеза и диагенеза пород.

Актуальность Текстуры определяют многие физические свойства пород, в том числе неодинаковые по разным направлениям прочность, сжимаемость, фильтрационную способность и т.д. Изучают текстуры в основном макроскопически и иногда под микроскопом.

Теоретическая часть. Текстура это черты строения осадочных горных пород, определяемые способом выполнения пространства, расположением составных частей и ориентировкой их относительно друг друга. Составные части могут отличаться друг от друга цветом, структурой и минералогическим составом.

Текстура породы формируется с этапа накопления осадка. Текстуры, возникшие в процессе осадконакопления, отражают состояние среды в момент осадконакопления и результаты взаимодействия ее с осадком. В постседиментационные стадии текстуры могут изменяться. Вторичные текстуры возникают в уже сформировавшемся осадке при процессах катагенеза, гипергенеза и метagenеза.

При выполнении работы студенты должны научиться определять текстуры пород по следующим характерным признакам. Прежде всего, следует разделить изучаемые текстуры на: текстуры поверхности слоя и внутрислоевые.

Текстуры поверхности слоя возникают на поверхности осадка при кратковременном изменении состояния среды осадконакопления, при выпадении осадков и жизнедеятельности организмов. Последующие изменения состояния среды могут привести к полному уничтожению вышеуказанных текстурных признаков. Поэтому для сохранения этих текстур необходимо быстрое захоронение их под новыми осадками. К текстурам поверхности слоя относят знаки ряби, трещины усыхания, отпечатки капель дождя, града, пузырьков газа, следы жизнедеятельности животных.

Знаки ряби - это система параллельных валиков на поверхности осадка, перпендикулярных направлению водного или воздушного потоков (рисунок 1).

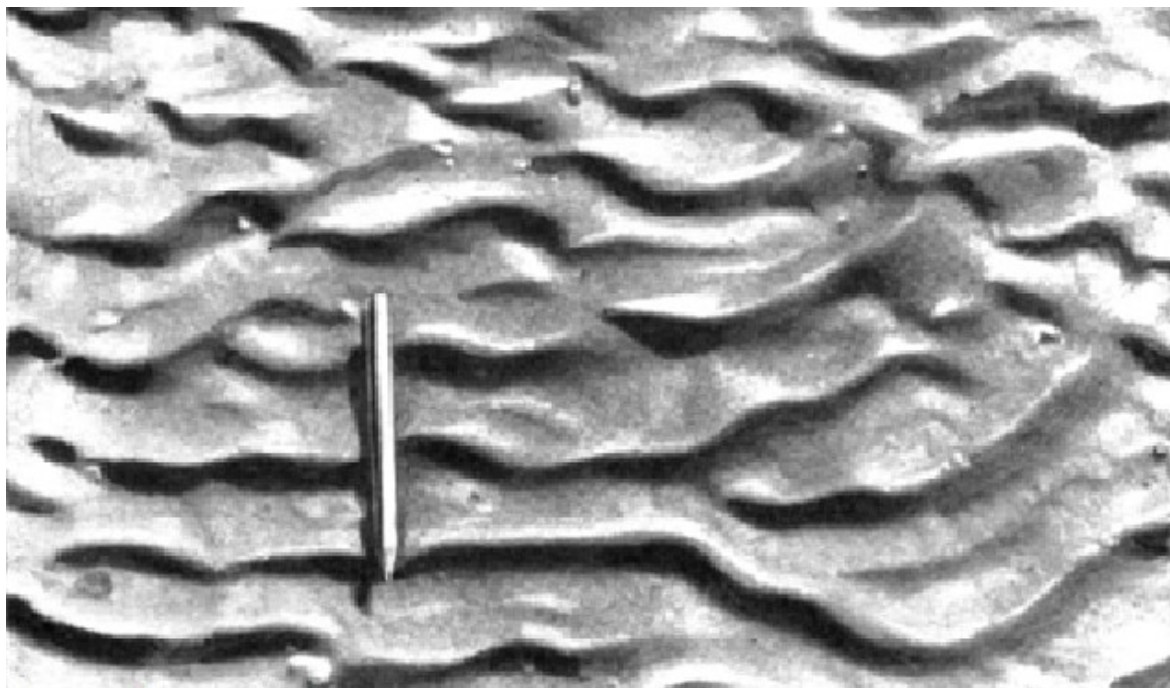


Рисунок 1. Знаки ряби

Они образуются на поверхности песчаных, алевроитовых, глинисто-известковистых и доломитовых осадков. По особенностям формы различают симметричные и асимметричные знаки ряби. Первая возникает в результате волнений, а вторая - под влиянием ветра и течений, т.е. в воздушной и водной среде. Эоловая рябь отличается значительным преобладанием длины поперечного сечения валика над его высотой, а у ряби течений эти величины отличаются не столь резко. Рябь волнений представляет собой чередование пологих желобков и острых гребней. Она возникает под влиянием колебаний водной массы преимущественно на небольших глубинах (до 150-200 м).

Трещины усыхания образуются в глинистом или известковом осадке, накопившемся в водной среде при последующем высыхании на воздухе (рисунок 2).



Рисунок 2. Трещины усыхания

Заполнены полости трещин инородным материалом. В плане трещины образуют многоугольники. Глубина их проникновения от долей сантиметра до метра и более. Ширина трещин на поверхности осадка может составлять 3-5 см.

Отпечатки капель дождя и града представляют собой округлые углубления с бортиками по периферии (рисунок 3). Диаметр отпечатков до 12 – 15 мм (для града иногда и больше), глубина до нескольких мм. Образуются преимущественно на поверхности глинистых осадков.

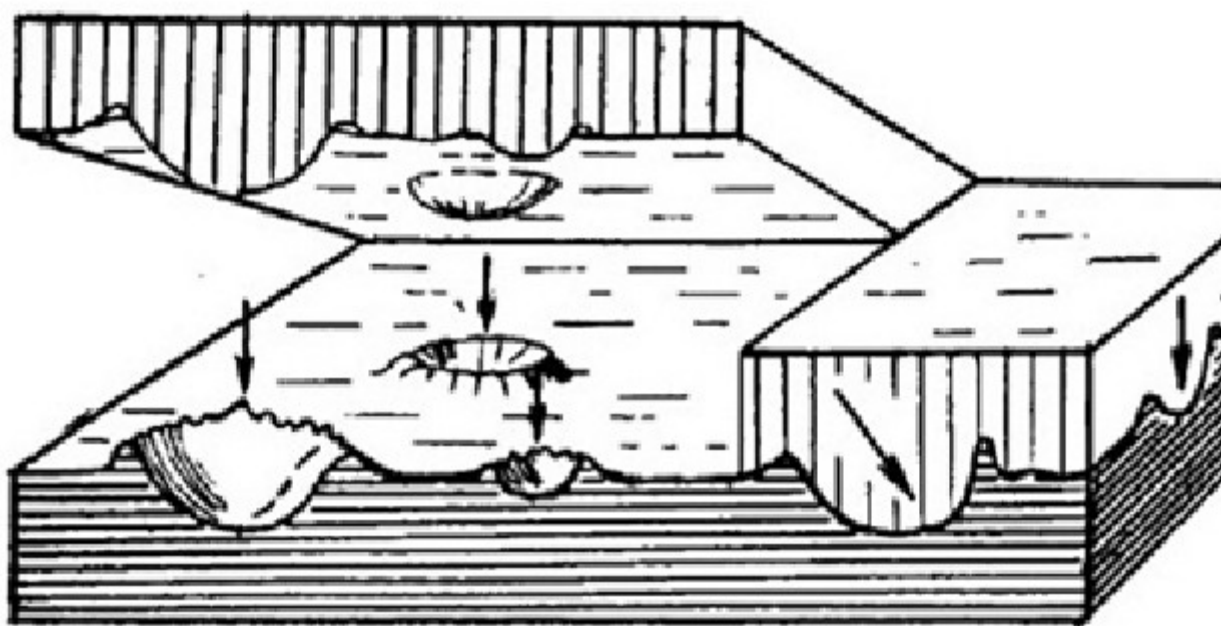


Рисунок 3. Отпечатки капель дождя и града

Следы выделения газов напоминают отпечатки капель дождя и града. Диаметр их достигает нескольких сантиметров. Вниз от этих следов идут каналы, похожие на ходы червей. Следы выделения газов сохраняются на поверхности песчано-глинистых и глинисто-алевритовых отложений.

Следы жизнедеятельности животных сохраняются на влажных, преимущественно известковых или глинистых осадках в виде отпечатков лап, ног, следов ползания червей (рисунок 4), следов птиц (рисунок 5) волочения хвостов и т. д. Они часто сохраняются и после преобразования осадка.

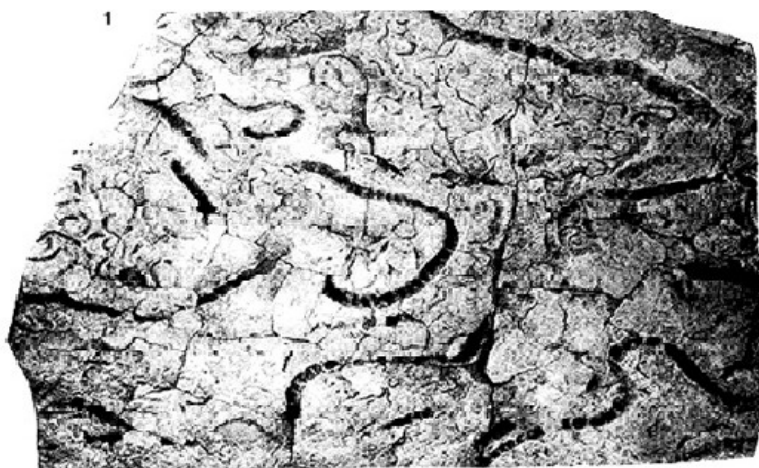


Рисунок 4. Следы жизнедеятельности животных (отпечатки лап, ног, следы ползания животных)

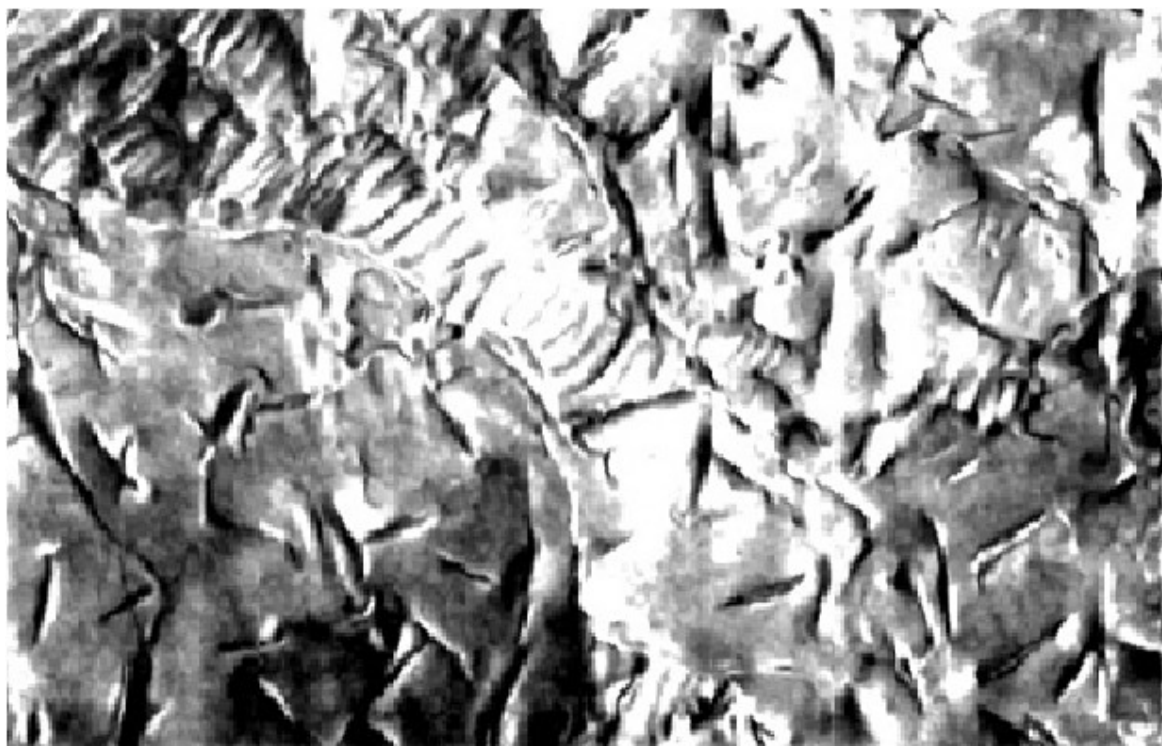


Рисунок 5. Следы жизнедеятельности животных (следы птиц)

Знаки, связанные с деформацией поверхности осадка возникают в результате деятельности водных потоков, морских течений, волновых движений, растворения кристаллов, жизнедеятельности животных и т.д. При этом на поверхности осадка появляются углубления, борозды и другие образования. После перекрытия их тонкозернистыми осадками (песчаными, алевритовыми, глинистыми, известковистыми) на нижней поверхности нового пласта образуются слепки (барельефные знаки), сохраняющиеся и после литификации осадка. Барельефные знаки на нижней (реже верхней) поверхности пласта называют гиероглифы (реже «иероглифы») (рисунок 6). Они позволяют получить дополнительные сведения об обстановке осадконакопления.

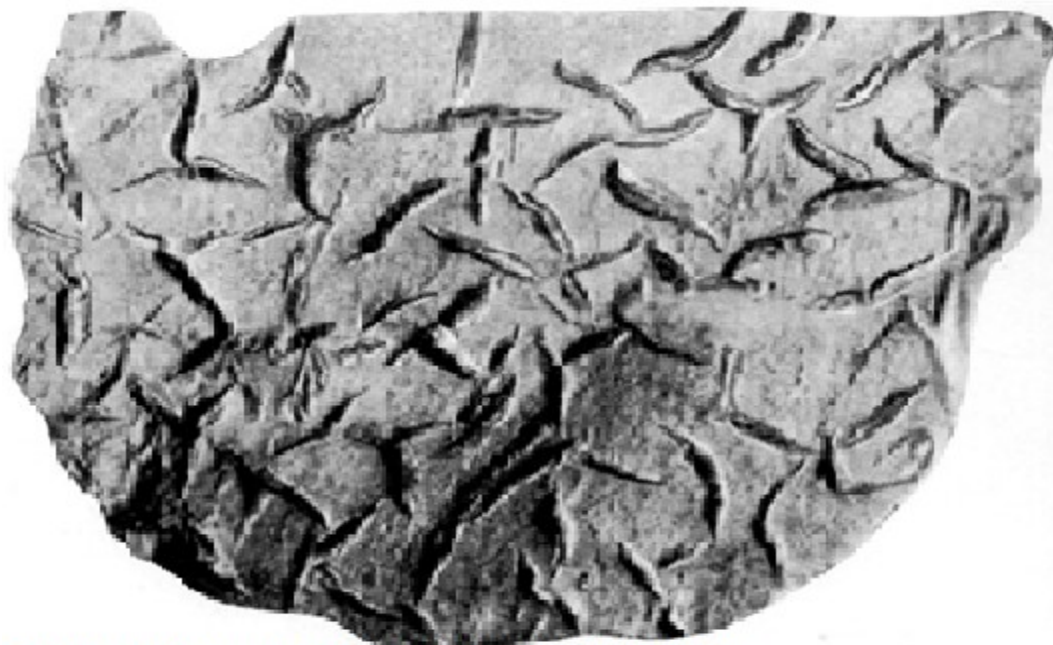


Рисунок 6. Барельефные знаки (гиероглифы)

Вопросы и задания

При выполнении работы студенты должны научиться определять текстуры пород по характерным признакам.

Пользуясь методическими указаниями, атласами текстур и структур осадочных горных пород следует:

1. Прежде всего, разделить изучаемые текстуры на: текстуры поверхности слоя и внутрислоевые.
2. Среди текстур поверхности слоя установить знаки ряби, трещины усыхания, отпечатки капель дождя, града, пузырьков газа, следы жизнедеятельности животных.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение текстуры осадочных пород.
2. Что предопределяет текстура?
3. Какие текстуры относятся к текстурам поверхности слоя?
4. В каких условиях возникают различные типы текстур?

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
2. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №21

ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРИСЛОЕВЫХ ТЕКСТУР ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель. Познакомить студентов с основными текстурными особенностями пород, условиями их образования, научить правильно описывать текстуры и использовать эти сведения для воссоздания условий седиментогенеза и диагенеза пород.

Актуальность Текстуры, возникшие в процессе осадконакопления, отражают состояние среды в момент осадконакопления и результаты взаимодействия ее с осадком. Текстуры определяют многие физические свойства пород, в том числе неодинаковые по разным направлениям прочность, сжимаемость, фильтрационную способность и т.д. Изучают текстуры в основном макроскопически и иногда под микроскопом.

Теоретическая часть. Текстура это черты строения осадочных горных пород, определяемые способом выполнения пространства, расположением составных частей и ориентировкой их относительно друг друга. Составные части могут отличаться друг от друга цветом, структурой и минералогическим составом.

Текстура породы формируется с этапа накопления осадка. В постседиментационные стадии текстуры могут изменяться. Вторичные текстуры возникают в уже сформировавшемся осадке при процессах катагенеза, гипергенеза и метагенеза.

Внутрислоевые текстуры весьма многообразны. Наиболее распространены слоистые и массивные, реже встречаются текстуры, связанные с жизнедеятельностью организмов, с оползневыми и другими явлениями.

Массивная текстура характеризуется беспорядочным расположением в породе ее составных частей. Благодаря этому порода имеет одинаковые физические свойства в различных направлениях.

Слоистые текстуры обусловлены чередованием слоев нескольких разностей осадочных пород. Слоистость может быть вызвана резким изменением размера обломочных частиц (структуры пород), вещественного состава или цвета пород, одинаковой ориентировкой осадочного материала, наличием в неслоистой толще осадочных образований, отличающихся от вмещающих пород (конкреций, скоплений органического вещества, раковин и т.п.) и др.

Горизонтальная слоистость — это типичная текстура осадочных пород (рисунок 7а, 7б). Она проявляется в том, что элементарные слои ориентированы параллельно друг другу и плоскостям наложения. Такая слоистость образуется при смене обстановок осадконакопления в условиях медленного равномерного движения или в состоянии относительного покоя среды. На основании различий в толщине слоев выделяют следующие текстуры: массивнослоистые (толщина каждого из слоев более 50 см), толстослоистые (более 5 см), среднеслоистые (2 — 5 см), тонкослоистые (0,1 — 2 см) и микрослоистые (менее 0,1 см). Горизонтальная слоистость встречается в породах самого различного состава.

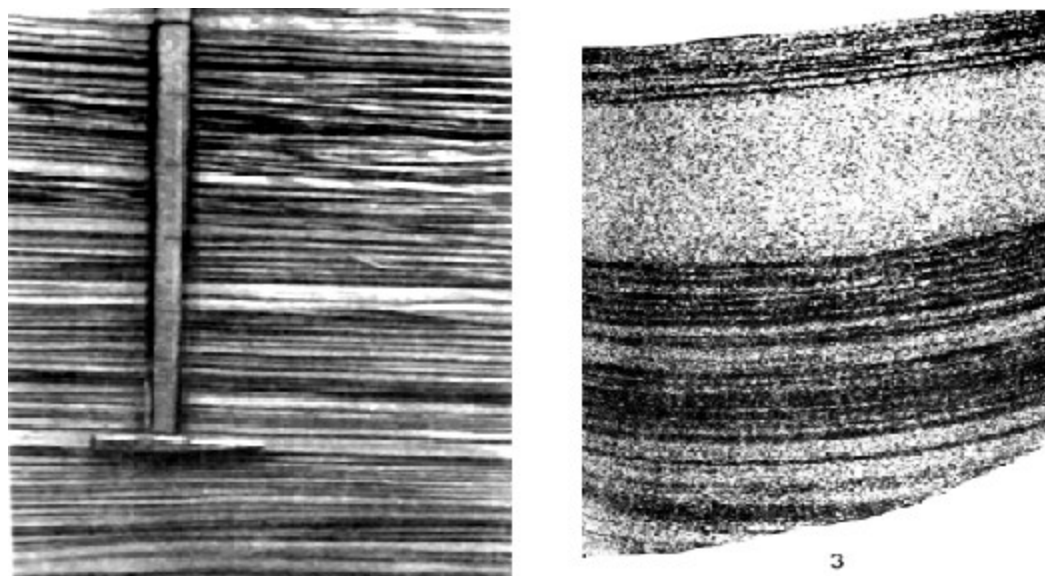


Рисунок 7. Горизонтальная слоистость

Косая слоистость встречается преимущественно в песчаниках, алевролитах и карбонатных породах. Для нее характерно расположение элементарных слойков под углом к плоскостям наложения, при этом ориентировка слойков может меняться на небольшом отрезке пути. Возникает косая слоистость в водной и воздушной средах. Она очень многообразна, так как регламентируется многими факторами: величиной и стабильностью скорости движения среды, плотностью среды, уклоном поверхности, глубиной водоема, количеством осаждающегося материала. Различают пологоволнистую (рисунок 8), волнистокосую (рисунок 9), перекрестноволнистую (рисунок 10), косую прибрежно-морскую, дельтовую, речных русел, временных потоков, эоловую (рисунок 11) и слоистости.

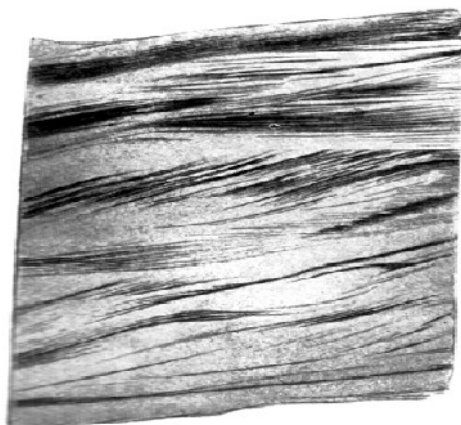


Рисунок 8. Пологоволнистая слоистость

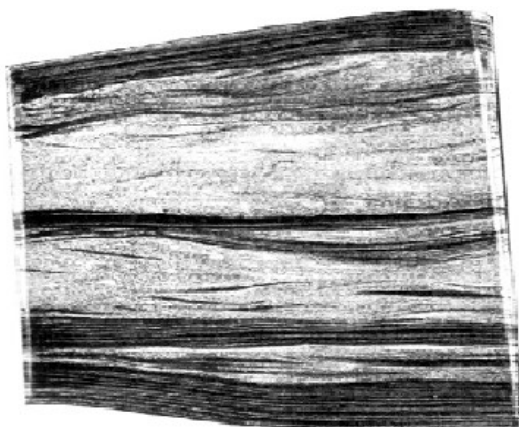


Рисунок 9. Волнистокошая слоистость

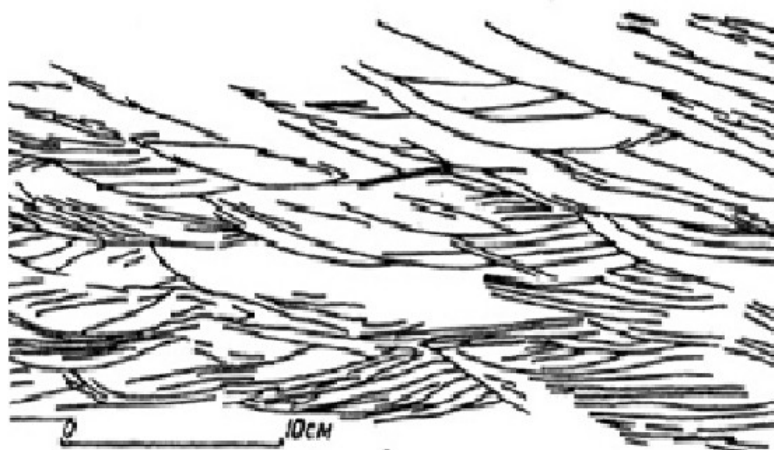


Рисунок 10. Перекрестноволнистая слоистость

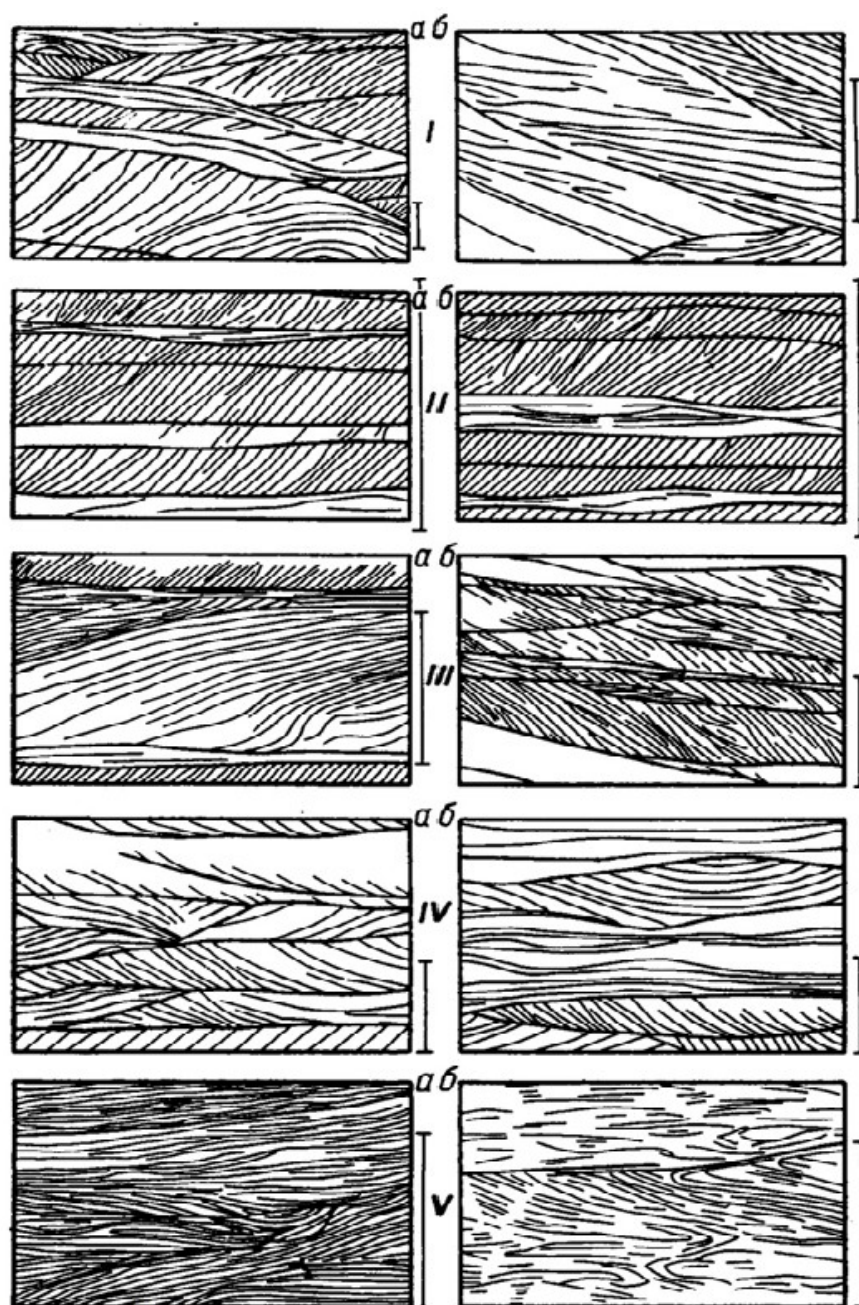


Рисунок 11. Эоловая слоистость

Текстуры подводного оползания могут сформироваться в различных незатвердевших осадках, но наиболее характерны они для тонкого переслаивания песчаных, алевритовых, глинистых или известковистых отложений (рисунок 12). Оползание осадков может начаться при незначительном уклоне дна 1 - 30. В результате могут образоваться небольшие складочки размером от единицы до десятков сантиметров, но могут возникнуть и крупные складки размером в десятки и сотни метров.



Рисунок 12. Текстура подводного оползания

Текстуры биогенные возникают в результате жизнедеятельности организмов и широко развиты в современных и ископаемых отложениях. Обычно такие текстуры появляются в глинистых, известковых, алевроитовых и песчаных осадках при деятельном участии червей, илоедов, ракообразных, иглокожих, моллюсков, некоторых водорослей и др. (рисунок 13). Биогенные текстуры чаще всего представлены норами и следами ползания, возникшими в незатвердевшем осадке и заполненными материалом иного состава. Эти биогенные образования имеют различную ориентировку и размеры (рисунок 14). Некоторые породы, например мел, образовались из осадков, почти полностью переработанных илоедами.



Рисунок 13. Биогенная текстура

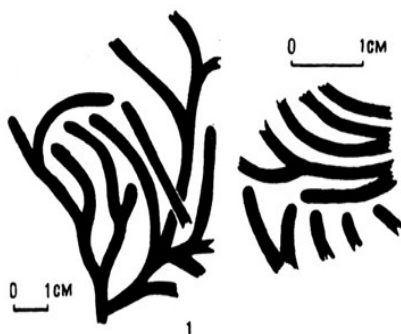


Рисунок 14. Ориентировка и размеры биогенных образований

Среди внутрислоевых текстур есть постдиагенетические, образовавшиеся в уже сформировавшихся породах. Наиболее распространены из них стилолитовые и фунтиковые.

Стилолитовая текстура в сечении, перпендикулярном к наложению, представляется пилообразными швами, рассекающими породу и ориентированными преимущественно параллельно наложению, хотя встречаются вертикальные и диагональные (рисунок 15а, 15 б). Высота зубьев колеблется от долей до 2-3 см и даже более. В плоскости разреза шва стилолитовые текстуры представляют мелкобугорчатые поверхности. Сами швы часто заполнены труднорастворимым тонкодисперсным материалом, глиной, органическим обугленным веществом, сульфидами или оксидами железа. Стилолитовые текстуры характерны для карбонатных пород, но иногда встречаются и в обломочных. При малой высоте зубьев (до 5 мм) такие структуры называются сутурными. Возникают стилолитовые текстуры вследствие избирательного растворения пород под давлением, а нерастворимые компоненты концентрируются в полости шва.

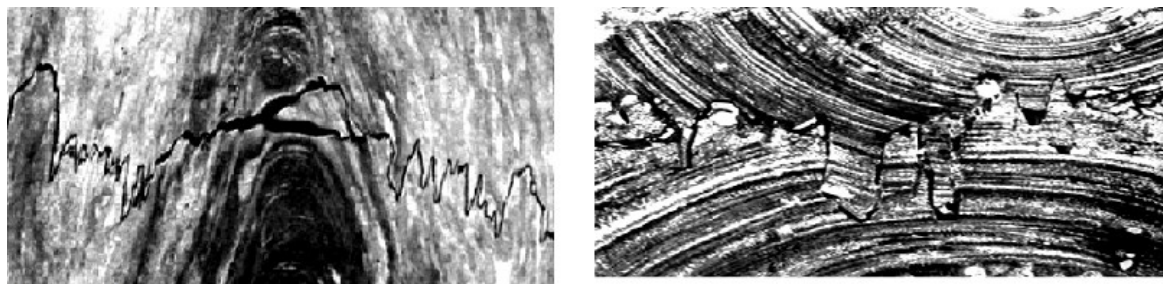


Рисунок 15. Стилолитовая текстура (а - вертикальная, б - диагональная)

Фунтиковая текстура в некотором роде напоминает стилолитовую. Это редкая форма сочленения подстилающих и перекрывающих слоев. На одной из контактирующих поверхностей имеются выступы конической формы, а на второй в соответствующих местах - углубления такой же формы («фунтики») (рисунок 16а, 16б, 16в). Высота конусов составляет от долей до нескольких сантиметров. Такие текстуры охватывают слои толщиной до полуметра. Они характерны для мергелей, глинистых известняков и глин. Возникают при перекристаллизации и уменьшении объема породы.

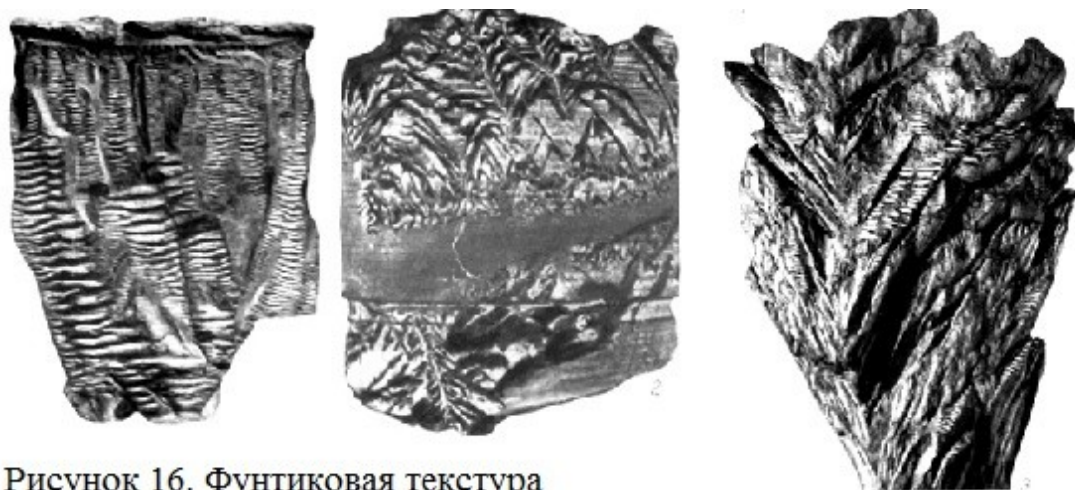


Рисунок 16. Фунтиковая текстура

Задания.

При выполнении работы студенты должны научиться определять текстуры пород по характерным признакам.

Пользуясь методическими указаниями, атласами текстур и структур осадочных горных пород следует:

1. Прежде всего, разделить изучаемые текстуры на: текстуры поверхности слоя и внутрислоевые.
2. Среди внутрислоевых текстур выделить массивные и слоистые текстуры.
3. При описании внутрислоевых текстур следует обратить внимание на наличие постдиагенетических текстур, образовавшихся в уже сформировавшихся породах (фунтиковые и стилолитовые).

Контрольные вопросы

1. Дайте определение текстуры осадочных пород.
2. Что предопределяет текстура?
3. Какие текстуры относятся к внутрислоевым?
4. В каких условиях возникают различные типы кривой слоистости?

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
2. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №22

МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ОБЛОМОЧНЫХ И ПИРОКЛАСТИЧЕСКИХ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель. Познакомиться с методикой макроскопического описания обломочных и пирокластических пород, которая может применяться при изучении пород как в лаборатории, так и в полевых условиях, например на практиках.

Актуальность темы. Макроскопическое описание обломочных и пирокластических пород позволяет детально изучить их свойства и классифицировать их.

Теоретическая часть. Как известно, разрушающиеся магматические породы (в меньшей степени метаморфические и осадочные) являются поставщиками осадочного материала, из которого образуются осадочные горные породы.

По условиям образования выделяются три генетические группы осадочных пород:

1. Обломочные - продукты механического разрушения.
2. Глинистые - продукты химического разложения.
3. Химические и биохимические - продукты химического разрушения материнских пород, выпавшие из растворов либо химическим путем, либо при участии организмов.

Обломочные породы одна из важных и распространенных групп осадочных пород. По способу образования исходного материала обломочные породы подразделяются на две большие группы: нормальноосадочные и эффузивноосадочные (пирокластические).

Пирокластические породы содержат значительное количество продуктов вулканических извержений. Материал магматического происхождения, выброшенный взрывом газов и паров в атмосферу, осадился на поверхности суши или водных бассейнах так же, как обломочный материал, возникший при разрушении пород земной коры.

В зависимости от этого пирокластические осадочные породы называют также эффузивно-осадочными, тем более, что к ним часто примешивается обычный осадочный материал, в том числе с остатками организмов.

К пирокластическим породам принято относить те породы, в которых выброшенные вулканами продукты раздробления и распыления магмы составляют от 100% до 10% общего состава пород.

Можно предложить следующие подразделения в зависимости от количества пирокластического материала:

1. Собственно пирокластическая порода (вулканический туф, вулканический пепел и др.), когда пирокластического материала более 90%;
2. Туффит при содержании этого материала в количестве 90-80%;
3. Туфогенная порода (например, туфогенный песчаник, туфогенная глина и др.), когда в составе соответствующей осадочной породы 30-10% пирокластического материала.

Рыхлый пирокластический материал именуют в зависимости от размера обломков: глыбами (более 1000 мм), бомбами (размером в несколько десятков и сотен мм), лаппили (размер в несколько десятков мм, обычно до 10-20 мм), вулканическим песком (1-0,01 мм) и вулканическим пеплом (менее 0,01 мм).

Если собственно пирокластические породы рассматривать под общим наименованием «вулканических туфов» независимо от того, сцементирован ли их материал прочно или нет, то можно более рационально пользоваться структурными терминами в зависимости от размеров обломков, принятыми для обычных обломочных пород и применять их также к туффитам и туфогенным породам:

1. Псефитовая структура. Обломки более 1,0 мм
2. Песчаная (псаммитовая). Обломки 1,0 – 0,1 мм
3. Алевритовая. Обломки 0,1 – 0,01 мм
4. Пелитовая. Обломки менее 0,01 мм

В зависимости от агрегатного состояния пирокластических частиц выделяют следующие наименования пирокластических пород:

1. Витрокластические. Обломки представлены преимущественно вулканическим стеклом.
2. Кристаллокластические. Обломки кристаллов (и целых кристаллов).
3. Литокластические. Обломки – зерна, являющиеся обломками вулканических пород.
4. Смешанные. Из смеси обломков указанных выше трех групп.

По вещественному составу можно выделить виды, близкие к составу вулканических (эффузивных) пород: липаритовый, трахитовый, базальтовый и др. туфы.

Вопросы и задания

Описание осадочных пород следует производить, придерживаясь общей схемы: название породы; цвет и оттенки; структура; текстура; состав породы (минералогический, петрографический); крепость породы; излом; пористость, трещиноватость; включения; вторичные (эпигенетические) изменения; прочие признаки.

Порядок описания обломочных пород:

1. Цвет обломочных пород определяется не только цветом зерен, но и цемента, и примесей, поэтому они могут быть пестро окрашенными. Следует рассматривать породу на достаточном удалении. Это поможет уловить их общую окраску и общий тон, что очень важно.

В зависимости от окраски обломочных зерен цвет пород может быть белый (кварцевые), розовый (полевошпатовые), красный (гранатовые), черный (магнетитовые) пески и песчаники. В зависимости от примесей цвет может быть красный, коричневый, буро-красный, что связано с наличием в породах гидратов окисей железа (лимонита, гетита и др.). Зеленая окраска обусловлена присутствием глауконита, хлорита; серая и черная - органических веществ, сульфидов железа.

При описании всегда следует точно указывать состояние влажности изучаемых пород или описывать их во влажном и сухом состояниях, т.к. влажность изменяет цветовые оттенки.

2. Структура. Для характеристики обломочных пород структура имеет большее значение, чем для других. В грубообломочных породах и зачастую крупнозернистых песчаных (как рыхлых, так и сцементированных) все особенности структуры могут быть довольно точно оценены измерением линейкой или миллиметровой бумагой.

В более мелкозернистых песчаниках и алевролитах размеры зерен рыхлой или некрепко сцементированной породы могут быть также довольно точно определены с помощью лупы и набора пробирок с зёрнами разной величины. Как минимум необходимо определить размер преобладающих зерен и на этом основании дать название породы, пользуясь таблицей 4.1.

Таблица 4.1. Классификация пород по размерам и форме

Группа обломков	Размер обломков, мм	Наименование обломков	
		Окатанные обломки	Неокатанные обломки
	>1000	Глыбы окатанные	Глыбы неокатанные
	500-1000	Валуны крупные	Валуны неокатанные крупные
	250-500	Валуны средние	Валуны неокатанные средние

Грубые	100-250	Валуны мелкие	Валуны неокатанные мелкие
	50-100	Галька крупная	Щебень крупный
	25-50	Галька средняя	Щебень средний
	10-25	Галька мелкая	Щебень мелкий
	5-10	Гравий крупный	Дресва крупная
	10-1	Гравий мелкий	Дресва мелкая
Средние		Рыхлые	Сцементированные
	0,5-1	Песок крупный	Песчаник крупнозернистый
	0,25-0,5	Песок средний	Песчаник среднезернистый
Мелкие	0,1-0,25	Песок мелкий	Песчаник мелкозернистый
	0,05-0,01	Алеврит крупный	Алевролит крупный
	0,025-0,05	Алеврит средний	Алевролит средний
Очень мелкие	0,01-0,025	Алеврит мелкий	Алевролит мелкий
	<0,01	Пелит (глина)	

Скопления рыхлых обломков и их сцементированные аналоги обычно именуются различно. Так, скопления грубых обломков, в зависимости от форм и размеров, именуются валунником, галечником, гравийником, щебенкой, дресвяником, а сцементированные породы – соответственно конгломератами (из окатанных обломков) и брекчиями (из неокатанных обломков). Сцементированные пески именуются песчаниками, алевриты – алевролитами, а уплотненные глины – аргиллитами.

Сортировку (степень равно - или разнотернистости породы) довольно точно можно определить на глаз. При этом выделяются хорошо, средне и плохо отсортированные породы. Форма обломков (степень их окатанности) является важным классификационным признаком грубообломочных пород. В средне - мелкообломочных породах (часто и в гравелитах) степень окатанности в названии не учитывается, но обязательно должна описываться при их изучении. При макроскопическом описании следует выделять по этому признаку обломки: окатанные, полуокатанные и неокатанные .

3. Текстура. При описании текстур обломочных пород необходимо указать текстуры верхней поверхности пласта (знаки ряби, трещины усыхания, отпечатки капель дождя), нижней поверхности (различные гиероглифы), внутрипластовые (типы слоистостей, степень выраженности, выдержанность, форму, размер слоистости, углы

наклона косых слойков), используя для этого методические указания «Текстуры осадочных горных пород».

4. Состав обломочных пород. Состав обломочных пород определяется составом обломочной части и составом цемента. При макроскопическом изучении состав обломков и цемента крупнообломочных пород (конгломератов и брекчий) определяется довольно легко. Состав обломков песчаных и алевритовых пород установить бывает трудно. Легче установить (по пестрой или однородной окраске) является ли порода полимиктовой или олигомиктовой.

Цемент является важной составной частью большинства обломочных пород. Для изучения типа цемента и его состава нужно использовать лупу, шлифовки, смачивать породу водой, применять соляную кислоту. При описании цемента следует указать мономинеральный он или полимиктовый. Мономинеральный легче диагностируется макроскопически: - вскипает с HCl - *известковый*; - слабая реакция с HCl - *доломитовый*; размокает в воде - *глинистый*; бурый цвет - *железистый*; низкая твердость, блеск на плоскостях спайности, отсутствие вскипания с HCl - *гипсовый*.

Типы цемента (базальный, поровый, пленочный, контактовый и др.) в основном устанавливаются в шлифах, о чем будет сказано подробно ниже.

5. Крепость. Крепость породы нельзя называть твердостью, которая определяется для минералов. Определить крепость породы следует по упрощенной трехбалльной шкале, которая применяется и в полевых условиях: породы слабой крепости ломаются рукой; породы средней крепости рукой не ломаются, но сравнительно легко разбиваются молотком; породы крепкие с трудом разбиваются молотком.

6. Пористость и трещиноватость. Это важные признаки, так как с ними связано образование залежей нефти и газа, водоносных горизонтов, они обуславливают устойчивость пород под сооружениями и т.д.

7. Включения подразделяются на минеральные и органогенные и описываются подробно с фиксацией их формы, размера, состава, характера расположения, а для органических остатков - определением систематического положения.

Порядок описания пирокластических пород практически ничем не отличается от описания нормальных обломочных.

Нужно иметь в виду, что сложность изучения пирокластических пород заключается в трудности выделения различных генетических типов - туфов, туффитов, туфогенных пород, в связи с нечеткостью их характерных признаков. Поэтому нужно запомнить основные отличия этих пород: для туфов характерна однородность

материала, его невыветрелость, неокатанность, неотсортированность, тождественность с соответствующим эффузивом; туффиты лучше отсортированы и окатаны, имеют большее количество осадочного материала; туфогенные породы имеют еще более резкие отличия от туфов по перечисленным выше признакам.

Контрольные вопросы

1. Какие генетические группы осадочных пород выделяются по условиям образования?
2. Каков порядок описания обломочных пород?
3. Назовите примеси, которые могут окрашивать обломочные породы в различные цвета.
4. Как определяется крепость осадочных пород?

Список литературы

1. Логвиненко, Н. В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования) : учебник для вузов / Н. В. Логвиненко. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1974. - 400 с.
2. Добровольский, В. В. Геология. Минералогия, динамическая геология, петрография : учебник для вузов / В. В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2008. - 320 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 302-303. - ISBN 978-5-691-00782-8

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №23

МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель. Познакомиться с методикой макроскопического описания глинистых пород, которая может применяться при изучении пород как в лаборатории, так и в полевых условиях, например на практиках.

Актуальность. Глинистые породы наиболее широко распространены; на их долю приходится около 60% всех осадочных пород.

Теоретическая часть. Основные породообразующие минералы — гидрослюды, каолинит и монтмориллонит, дают название глинистым породам.

Задания.

Порядок описания глинистых пород в целом соответствует общей схеме. Однако отмечается ряд особенностей, которые необходимо учитывать при описании глинистых пород:

1. Прежде всего, следует точно установить название породы – глина или аргиллит. Для этого породу следует поместить в воду: глина размокает через несколько минут; уплотненная аргиллитоподобная глина – через несколько часов или суток; аргиллит не размокает.

2. Цвет глинистых пород зависит от состава глинистых минералов и влажности. Поэтому цвет обязательно следует определять в сухом и во влажном состояниях: чистые глины чаще всего белые или светло-серые; глауконитовые и хлоритовые – зеленые и темно-зеленые.

Наличие различных примесей окрашивает глины в различные цвета: окислы и гидроокислы железа – в желтые и красные; окислы марганца – в бурые и черные; битумы – в светло-палевые или коричневые.

3. Структура чистых глин пелитовая (размер частиц меньше 0,01 мм). Это можно установить по ровному или раковистому излому и незернистому пелитоморфному виду.

Плохо отмученные глины содержат часто примеси частиц алевроитовой и псаммитовой размерностей. Примесь этих частиц можно ощутить при растирании породы пальцами, пробе на зуб, или резании ножом (по характерному "хрусту"). Иногда эта примесь заметна на глаз или устанавливается с помощью лупы.

4. Текстуры глин: не слоистые массивные, слоистые различных типов, иногда сланцеватые часто довольно просто устанавливаются с помощью лупы.

5. Минералогический состав (каолинитовый, монтмориллонитовый, гидрослюдистый) при макроскопическом изучении устанавливается предположительно по различным косвенным признакам: цвету, пластичности, разбухаемости.

Гидрослюдистые глины - темного цвета, реже светлого или пестро окрашенные, малопластичные, не разбухают в воде, но распадаются на мелкие колочки, пластинки, чешуйки.

Каолинитовые глины светло-желтые, жирные на ощупь, отличаются разной степенью пластичности, в воде не разбухают.

Монтмориллонитовые глины голубовато-зеленые, желтоватые, светло-серые, восковидные, высокопластичные, сильно набухают в воде (до десятикратного увеличения объема), превращаясь в гель.

Кроме глинистых минералов и обломочных частиц в состав глин часто входят: карбонатное вещество, наличие которого можно легче всего определить по бурному вскипанию с HCl , по снижению пластичности (глина становится тощей). Кремнистое вещество установить труднее. Его наличие сказывается на увеличении крепости породы, уменьшении удельного веса и осветлении окраски.

При характеристике глинистых пород следует отмечать излом, который помогает уточнить их описание: тонкодисперсные глины имеют обычно гладкий, матовый, шелковистый раковистый излом; глины, содержащие алевротовую примесь - землистый, неровный, шероховатый излом; песчаные глины - зернистый и неровный излом; сильно уплотненные глины - матовый, раковистый, яшмовидный излом.

Контрольные вопросы

1. Назовите примеси, которые могут окрашивать глинистые породы в различные цвета.
2. По каким внешним косвенным признакам можно установить минералогический состав глинистых пород?
3. Каков порядок описания глинистых пород?

Список литературы

1. Логвиненко, Н. В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования) : учебник для вузов / Н. В. Логвиненко. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1974. - 400 с.
2. Добровольский, В. В. Геология. Минералогия, динамическая геология, петрография : учебник для вузов / В. В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2008. - 320 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 302-303. - ISBN 978-5-691-00782-8

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №24

МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель. Познакомиться с методикой макроскопического описания карбонатных пород, которая может применяться при изучении пород как в лаборатории, так и в полевых условиях, например на практиках.

Актуальность темы. Макроскопическое описание карбонатных пород позволяет детально изучить свойства и классифицировать их, поскольку карбонатные породы являются на многих месторождениях коллекторами.

Теоретическая часть. Карбонатные породы составляют около 20% по массе от всех осадочных образований земной коры. Основные породообразующие минералы - кальцит и доломит, но могут присутствовать сидерит, арагонит. Часто содержится примесь материала псаммитовой, алевроитовой и пелитовой размерности.

При всем многообразии карбонатных пород наиболее характерными являются известняки, доломиты, мел, смешанные образования. Наиболее распространены: -известняки, составной частью которых является кальцит, и -доломиты, составная часть которых - доломит.

Характерным для доломита является кремнезем, который присутствует в виде стяжений халцедона и кристаллов кварца. Окраска их весьма разнообразна, но у известняков преобладает серая различной интенсивности, а для доломитов характерна голубовато-серая, серовато-желтая, кремовая, зеленовато-серая. Текстура массивная, слоистая, стилолитовая, сутуровая. Структура определяется генезисом, поэтому и различают биоморфные, детритовые, шламовые, зернистые, оолитовые структуры.

По генетическим признакам выделяют биогенные, хемогенные и обломочные известняки и доломиты.

Хемогенные карбонатные породы. Имеют наибольшее распространение. В них 50% и более карбонатного материала возникло в результате физико-химических процессов. Структура их кристаллическая (зернистая). По размеру зерен, форме кристаллов и агрегатов выделяются пелитоморфные ($< 0,01$ мм), тонко - ($0,01-0,05$ мм), мелко - ($0,05-0,1$ мм), средне - ($0,1 - 0,5$ мм), крупнозернистые ($0,5- 1,0$ мм) известняки и доломиты. Для известняков характерны, кроме того, оолитовые и пизолитовые образования, известковые туфы и травертины.

Биогенные карбонатные породы. Биогенные известняки и доломиты в составе имеют 50% и более органических карбонатных остатков. Широко распространены биогенные известняки, которые состоят из кальцитовых, реже арагонитовых раковин, их обломков, обломочных и глинистых минералов, сцементированных кальцитовым цементом. Биогенные доломиты мало распространены.

Среди органогенных пород по групповому составу органических остатков, их целостности выделяются: детритовые (органогенно-обломочные) состоят из обломков кораллов, мшанок, раковин различных организмов, сцементированных карбонатным

цементом. Обломки организмов имеют различные размеры; биоморфные (биогермные: мшанковые, и цельнораковинные: брахиоподовые, гастроподовые и др.).

Обломочные известняки и доломиты состоят на 50% и более из обломков указанных пород в различной степени окатанных. Кроме того, могут присутствовать обломки раковин, оолиты, обломочный и глинистый материал. Цементируются карбонатным цементом. По размеру обломков (классификация такая же как и для обломочных пород) выделяются известняковые конгломераты, брекчии, песчаники, алевролиты. Наибольший интерес представляют известняковые песчаники (калькарениды, состоящие из обломков известняков псаммитовой размерности). Обломочные доломиты имеют локальное распространение.

Мел специфическая карбонатная порода, распространенная исключительно в верхнемеловых отложениях. Основная составная часть - остатки кокколитофорид (водорослей - 70-90%) и хемогенный кальцит. Структура пелитоморфная.

Мергели - породы промежуточного состава в ряду известняк - глина, или доломит - глина. Содержание карбонатного материала 25 - 75 %. Цвет их обычно серый, иногда с желтоватым, розоватым или зеленоватым оттенками, структура пелитоморфная, текстура массивная, слоистая, редко фунтиковая.

Задания.

Карбонатные породы макроскопически (с помощью лупы и соляной кислоты) могут быть изучены достаточно подробно.

Описание в целом ведется по общей схеме. Тем не менее:

1. Первоначально следует установить: является ли порода карбонатной, т.к. ее можно спутать с глинистыми, кремнистыми, сульфатными и даже обломочными породами. Отличительные признаки карбонатных пород: небольшая твердость карбонатных минералов (легко царапаются ножом); бурная реакция с HCl у известняков и доломитов (в порошке); от глин отличаются также неразмокаемостью в воде.

Между собой карбонатные породы различаются неодинаковой интенсивностью реакции с HCl , окраской, иногда удельным весом. Например, сидериты не вскипают с HCl и в порошке и имеют больший удельный вес. При опробовании породы кислотой рекомендуется следить за тем, все ли участки вскипают одинаково, что позволит выявить доломитовые зерна и окремненные участки пород.

2. Цвет для карбонатных пород важно отличать как на свежем изломе, так и в корке выветривания: желтый и красный цвет последней говорит о наличии сидерита; белесый -

характерен для чистого известняка независимо от его цвета на свежем изломе. Доломиты часто имеют желтоватый цвет.

3. Структурные особенности хорошо видны невооруженным глазом для крупно-среднезернистых пород (размер зерен больше 0,1 мм). В этом случае можно определить и структурно-генетический тип породы: зернистый, оолитовый, органогенный, обломочный.

4. Текстуры (массивные, слоистые, биогенные, стилолитовые, сутуровые, фунтиковые и др.) изучают и описывают по общей схеме. Причем, как и структуры, они лучше изучаются на выветрелых поверхностях образцов. Хорошие результаты дают крупные пришлифовки, смачивание водой, керосином.

5. Примеси. Некарбонатная примесь в большей степени характерна для известняков, чем для доломитов, при этом: примесь обломочного материала устанавливается по высокой твердости основных породообразующих минералов (кварца и полевых шпатов, которые царапают стекло); примесь глинистого материала проявляется в темно-серых окрасках и пониженной крепости (широко используется полевой способ определения глинистости - грязное пятно после действия соляной кислотой. Он в целом удобен, но не всегда достоверен); примесь кремнистого материала определяется по значительной крепости, блеску, более темному цвету. Правда темный цвет может быть еще связан с наличием органогенной или марганцевистой примеси.

6. Излом. Для карбонатных пород обязательно описание излома, т.к. в нем проявляются структурные особенности породы, ее крепость, отчасти текстура: микрозернистые слабые породы имеют зернистый излом; крепкие микрозернистые - фарфоровидный или раковистый; средне-крупнозернистые породы - кристаллический, сверкающий излом.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте наиболее распространенные карбонатные породы.
2. Как подразделяются карбонатные породы по условиям образования и минералогическому составу?
3. Каков порядок описания карбонатных пород?
4. Назовите примеси, которые могут окрашивать карбонатные породы в различные цвета.
5. Назовите отличительные признаки карбонатных пород.
6. Почему для карбонатных пород обязательно описание излома?

Список литературы

1. Логвиненко, Н. В. Петрография осадочных пород (с основами методики

исследования) : учебник для вузов / Н. В. Логвиненко. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1974. - 400 с.

2. Добровольский, В. В. Геология. Минералогия, динамическая геология, петрография : учебник для вузов / В. В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2008. - 320 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 302-303. - ISBN 978-5-691-00782-8

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №25

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ СОСТАВА И ТЕКСТУРЫ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель. Познакомиться с составом и структурой обломочных пород и значением их для определения источников питания исследуемого бассейна обломочным материалом и их изменения во времени.

Актуальность темы. Для оценки обстановок осадконакопления большую роль играет установление областей сноса и путей миграции осадочного материала, что можно решить с помощью изучения состава и текстуры пород

Теоретическая часть. Минеральный состав имеет значение для определения источников питания исследуемого бассейна обломочным материалом и их изменения во времени. Так, описание формы, состава, распределения и условий залегания галек в песчаных породах позволяет решать вопросы об источниках приноса галек, о глубине размыва, направлении течений и пр. Широко используется для тех же целей состав породообразующей части песчаников. Если в них присутствуют обломки пород, то последние уже характеризуют состав материнских пород, а при их отсутствии рассматриваются ассоциации минералов - как породообразующих, так и акцессорных.

Обилие в тяжелой фракции апатита, циркона, рутила, роговых обманок, а в легкой - калиевых полевых шпатов и кварца свидетельствует о размыве *гранитоидов*. Ассоциация магнетита, титаномагнетита, сфена, основных плагиоклазов, амфиболов и пироксенов характерна для *основных* и *ультраосновных* пород. В то же время наличие основных плагиоклазов, амфиболов и пироксенов позволяет предполагать относительно недалекий перенос и аридный климат в пределах области питания, поскольку эти минералы легко истираются при механическом переносе и быстро разрушаются при выветривании в условиях гумидного климата. Развитие дистена, ставролита, силлиманита, гранатов, андалузита при значительном содержании в легкой фракции кварца с волнистым и мозаичным погасанием указывает на размыв *метаморфических* комплексов. Общая бедность минералами тяжелой фракции, наличие кремней, кварцитов говорит о развитии в области сноса *осадочных* пород.

Цемент осадочных пород может дать указание на условия осадкообразования, если он формировался в седиментогенезе или раннюю диагенетическую стадию. Обильный известковый цемент с остатками раковин указывает на теплый или жаркий климат. О засушливых условиях свидетельствует базальный гипсовый цемент. Присутствие в цементе гематита в порах или в виде «рубашек» вокруг обломочных зерен говорит о теплом (или жарком) и засушливом климате. Глауконитовый цемент так же, как и фосфатный, свидетельствует о морских условиях осадконакопления.

Обильный глинистый цемент говорит о таких условиях накопления, при которых глинистый материал не отделялся от более крупных частиц. Это может иметь место в коллювии, пролювии, моренах, в отложениях суспензионных (мутьевых) течений. Каолинитовый цемент в сочетании с кварцевым составом обломочных зерен указывает на то, что размыву подвергались продукты коры выветривания. Туфогенный цемент свидетельствует об одновременной осадконакоплению вулканической деятельности. При этом нужно иметь в виду, что вулканический пепел может переноситься по воздуху очень далеко - на сотни километров от центров извержений. Иногда продукты вулканической деятельности превращаются в осадке в цеолиты и дают цеолитовый цемент.

Текстура - взаимное расположение компонентов породы. Как известно, на самых ранних стадиях седиментогенеза формируется **слоистость**, которая обусловлена изменениями скорости придонных вод, количеством поступающего обломочного материала, физико-химическими свойствами осадочного вещества и т.п. Слоистость дает представление о силе, направленности, постоянстве или изменчивости движения водной среды.

По **морфологическим** признакам различают горизонтальную, косую и волнистую слоистость.

Различные формы *горизонтальной* слоистости образуются в спокойных условиях в придонном слое. Возникает она вследствие периодических изменений условий осадконакопления: поступления материала разного размера, вещественного состава и окраски, чередования периодов обильного приноса материала и времени, когда обломочный материал не поступал. При наличии небольшого волнения, которое лишь в сравнительно небольшой мере взмучивает и перерабатывает осадок, возникают *пологоволнистые* и *линзовидные* текстуры. Горизонтальная слоистость широко развита в озерных и морских осадках.

Разновидностью горизонтальной слоистости является *градационная*, которая определяется чередованием слоев обломочного материала, при этом наблюдается уменьшение размера зерен снизу вверх в пределах слоя. Градационная слоистость образуется при периодической деятельности временных и мутьевых потоков, она может иметь масштаб от сантиметров или менее до нескольких метров.

При однонаправленном движении (течение в реке, море) образуется *косая* слоистость, разнообразные формы которой по величине серий, характеру серийных швов, направленности слойков в сериях и по характеру слойка, определяют особые условия осадкообразования.

Волнистая и *косоволнистая* слоистость характеризует волнения, т.е. беспорядочные движения воды. Эти виды слоистости образуются на морском мелководье, в заливах и лагунах, озерах, на поймах, береговых валах рек, в дельтовых осадках.

Как видно из перечисленного, один и тот же морфологический тип слоистости может иметь различное происхождение. Поэтому при фациальном анализе наибольшую ценность имеют сложные типы слоистости, представляющие собой сочетание нескольких простых форм, в комплексе со структурными и др. признаками. В связи с этим Н. В. Логвиненко выделяет несколько генетических типов.

Временных потоков - чередование серий косых и горизонтальных слоев. Косые серии имеют наклон в одну сторону, углы наклона крутые. Они состоят из грубого материала (крупный песок, гравий, галька), наиболее крупный материал располагается в основании слоев, более тонкий - в вершине. Горизонтальные серии состоят из мелкого материала и содержат прослои и линзы алевролита, глины и угля. Мощность серий - несколько метров, слоев - сантиметры. Слоистость образуется в результате деятельности временных

потоков в предгорьях и в местностях с расчлененным рельефом и континентальным климатом.

Русловая - серии однонаправленных косых слойков, располагающихся этажно друг над другом. Наклон слойков в одну сторону, углы наклона разные, в основном - средние. Между отдельными сериями наклонных слойков могут быть следы размыва или горизонтальная слоистость. В пределах косых серий грубый материал концентрируется в основании слоев (песок, гравий, галька). Мощность серий - метры, слоев - сантиметры. Русловая слоистость образуется при перемещении песчаных валов по дну реки.

Пойменная - чередование серий алевроитовых слойков полого- волнистых или косых изогнутых и глинистых - пологонаклонных или горизонтальных. Размеры серий - сантиметры, слоев - миллиметры. Подобная слоистость наблюдается в мелко-песчаных, алевроитовых и глинистых осадках дельтовых проток и пойменных участков равнинных рек.

Озерная - характеризуется прямолинейностью и горизонтальностью слоев и контактов между ними. Размеры слоистости самые различные: от нескольких сантиметров до нескольких метров. Возникает этот тип слоистости обычно при сезонных колебаниях поступления обломочного материала в водоемах гумидного климата и водно-ледниковых озерах, а также при изменении минерализации вод в озерах и лагунах аридного климата.

Прибрежно-морская - чередование косых серий слоев с различными углами наклона в разные стороны. Углы наклона пологие и средние, слои сложены мелким и средним песком. Образование слоистости связано с деятельностью морских течений в прибрежной области моря.

Турбидитная (мутьевых потоков) - горизонтальное или очень пологонаклонное чередование слоев обломочного материала. В каждом слое наблюдается постепенное уменьшение размера частиц от подошвы к кровле: от песка, гравия, гальки в подошве слоя до алевролита и глины в кровле. В основании слоев наблюдается резкий контакт с подстилающими отложениями, такая же картина наблюдается и на поверхности слоя, благодаря отложению новой порции осадка из последующего мутьевого потока. Слои имеют большое площадное распространение и мощность от нескольких миллиметров до метров.

Неслоистые текстуры (отсутствие слоистости) также характеризуют определенные условия осадкообразования. Например, наличие **массивной** текстуры песчаников говорит об однородных условиях, неменяющейся динамике среды. **Комковатая** текстура в глинистых породах объясняется проникновением в осадок многочисленных корней растений и интенсивной переработкой первичного субстрата.

Деформационные текстуры образуются одновременно с осадкона- коплением или непосредственно после него в результате гравитационного перемещения материала на палеосклонах. Для вязких, пропитанных водой глинистых осадков достаточно небольших наклонов дна, чтобы возникло оползание. Эти явления происходят на дне морей и озер. В результате перемещения материала осадочные текстуры оказываются деформированными, слоистость нарушена или уничтожена. Нарушения слоистости могут оказаться также следами деятельности донных животных.

Задания.

Контрольные вопросы

1. Какое генетическое значение имеет состав аллотигенных компонентов пород?
2. Генетическое значение горизонтальной слоистости.
3. Генетическое значение косой и косоволнистой слоистости.
4. Чем отличается слоистость русловая от пойменной и озерной?
5. В чем отличие слоистости прибрежно-морской и турбидитной (мутьевых потоков)?
6. Генетическое значение деформационных текстур.

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
2. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №26

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ЦВЕТА ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель. Ознакомиться со структурными особенностями и цветом пород, характерными для различных обстановок осадконакопления

Актуальность. Поскольку для решения вопроса о распространении пород-коллекторов и флюидоупоров имеют особенности обстановок осадконакопления, то изучение структуры и цвета пород является актуальным.

Теоретическая часть. Структура осадочной породы определяется морфологией составляющих ее компонентов (размерами, формой), ориентировкой, степенью отсортированности и окраской.

Гранулометрический состав, характер окатанности, сортировки и изменения крупности зерен зависят от динамики среды отложения. Чем она активнее, тем более крупные обломки переносятся и откладываются.

Основными *гранулометрическими параметрами* являются: содержание песчаной фракции Пфр, алевроитовой - Афр, глинистой - Гфр; медианный диаметр зерен Md , коэффициент отсортированности обломочного материала - So . Увеличение в осадке песчаной фракции, медианного диаметра зерен и уменьшение глинистой фракции свидетельствует о повышении динамики среды седиментации, т.е. увеличении скоростей водных потоков, в то время как противоположные характеристики указывают на уменьшение энергетических уровней среды. Поэтому осадки и образованные из них породы вблизи берегов более грубозернистые, чем в центральных частях водоема. Грубозернистый состав отмечается также в полосе течений и в зоне более активного волнения на отдельных поднятиях в рельефе дна.

По структуре обломочной части можно косвенно судить о рельефе областей питания. Чем он выше, тем более грубозернистый материал образуется и тем его больше. Вообще, наличие грубообломочных пород говорит о резкой расчлененности рельефа, а размер галек и валунов позволяет в ряде случаев оценить высоту разрушающихся гор.

Степень окатанности зерен прямо зависит от длительности переноса, чем дальше зерна транспортируются, тем лучше их окатанность. Однако как считает Г.Ф. Крашенинников, на эту простую зависимость накладывается ряд осложняющих обстоятельств: имеют значение механические свойства зерен (их твердость, спайность, степень предварительного химического выветривания), а также скорость потоков, осуществляющих перенос (бурная река и сильный ветер на большее расстояние перенесут относительно слабо обработанный материал). На форму оказывает влияние также и длительность обработки. На морском пляже, например, волны могут долго обрабатывать обломки, не относя их далеко от материнских пород. Так образуются хорошо окатанные галечники: они располагаются обычно рядом с горами, послужившими источником сноса. Имеет значение и форма переноса. Материал, перекачиваемый по дну, обрабатывается лучше, чем переносимый во взвешенном состоянии.

Отсортированность отложений зависит от средств переноса и отложения (воздушный или водный) и характера ее движения. Эоловые образования отличаются

обычно высокой степенью отсортированности. Осадки, отложенные при колебательных движениях водной среды, в связи с неоднократным взмучиванием и переотложением, характеризуются значительно лучшей отсортированностью по сравнению с осадками, отложенными при поступательном движении воды.

Однако только на основании структурных признаков нельзя однозначно решить вопрос о генезисе отложений. В общем случае на структурные признаки обломочного материала влияют: средства переноса (лед, вода, ветер); дальность переноса; скорость потока; нагруженность его обломочным материалом; размер и форма обломков, поступающих в пути переноса; механические свойства переносимого материала; скорость потери транспортирующей средой живой силы; длительность переработки осадка до его окончательного захоронения; форма переноса (во взвеси или волочением); степень разнотерности исходного материала.

Таким образом, структурные признаки с той или иной степенью достоверности определяют только динамику среды осаждения. Эта динамика может быть одинакова в разных фациях (пляжи моря и крупного пресноводного озера); в разных фациях могут быть одинаковые формы движения воды (реки и морские течения); в пределах одной группы фации или даже одной фации могут быть движения разного типа или разной интенсивности (в русловых фациях характер движения воды и его интенсивность различны в стрежневой зоне и у берегов). В связи с этим структурные особенности отложений самостоятельно обычно не рассматриваются, но в комплексе с другими данными играют большую роль в фациальном анализе.

Определенное генетическое значение имеет *цвет* осадочных пород. *Белый* цвет в цементе обломочных пород указывает на интенсивность химического выветривания в условиях жаркого климата.

Окраска осадочной породы может быть вызвана присутствием в ней тонкорассеянного пигментирующего вещества или скоплением большого количества зерен интенсивно окрашенных минералов. Возможно сочетание двух этих факторов. *Черный* цвет зависит от присутствия органического вещества как битуминозного, так и углистого. Наличие последнего указывает на влажный климат, обилие растительности. *Зеленый* цвет обломочных пород обусловлен скоплениями зерен глауконита и хлорита, что указывает на морской генезис этих отложений.

Бурый цвет обусловлен присутствием гидрооксидов железа, образующихся в прибрежно-морских или озерных пресноводных отложениях. В *красноцветных* толщах окраска обусловлена присутствием гематита, указывающего на жаркий засушливый климат.

Бледно-зеленые (блеклые) тона придают породе закисные соединения железа, характерные для болотных условий. Наличие пятен *бурого* сидерита в *бледно-зеленой* глине в ассоциации с тонкой обугленной флорой указывает на слабо восстановительную обстановку осадконакопления, характерную для центральных частей болота, с последующим окислением сидерита. Сочетание *зеленовато-серой* глины и *темно-вишневого* железистого вещества свидетельствует о поступлении в бассейн седиментации большого количества коллоидов железа, которые осаждались совместно с глинистыми частицами в мелководных водоемах в условиях жаркого климата.

Пестрая окраска крупнообломочных пород и хорошая окатанность галек указывают на полимиктовый состав и, следовательно, поступление материала из разных источников сноса, расположенных на значительных расстояниях от места осаждения.

Как известно, существенную роль в окраске кремнистых хемобиогенных пород, к которым относятся яшмы, играла подводная вулканическая деятельность. Благодаря примесям окисных и закисных соединений железа, яшмы имеют *красную, коричневую* окраску в первом случае и *тускло-зеленую* во втором.

Задания

- 1 Обработать таблицы гранулометрического состава пород.
- 2 Определить медианный диаметр и степень отсортированности пород.
- 3 Охарактеризовать цвет пород.
- 4 Используя эти данные оценить обстановку осадконакопления.

Контрольные вопросы

1. Какое генетическое значение имеет состав аллотигенных компонентов пород?
2. Генетическое значение размеров зерен, степени их окатанности и отсортированности.
- 3 Генетическое значение окраски пород.

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284

2. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 27

УСТАНОВЛЕНИЕ ЛИТОФАЦИАЛЬНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ФАЦИЙ

Тема (12): Основные методы фациального анализа.

Цель. Познакомить студентов с классификацией фаций, основными признаками континентальных фаций.

Актуальность. Приуроченность к континентальным фациям месторождений различных полезных ископаемых делает актуальной необходимость их изучения.

Теоретическая часть. Неотъемлемой частью любых геологических исследований является фациальный анализ. «Фация – это физико-географические условия определенного времени, отличные от условий того же времени в соседних смежных районах, которые находят свое выражение в характере осадков и пород или первичном отсутствии отложений».

В большинстве случаев фации можно установить лишь в результате всестороннего изучения геологических образований. В качестве основных диагностических признаков фаций можно назвать следующие:

1. Литологический состав и его вариации в пределах слоя (свиты), строение частиц, слагающих породу и т.д.
2. Характер органических остатков, заключенных в слое (свите), таксономический состав, степень сохранности, способ захоронения.
3. Текстура слоя (тип слоистости) и ее изменение в разрезе и на площади.
4. Мощность слоя (свиты) и особенности его распространения.
5. Характер контактов с вмещающими породами.

Вариации литологического состава слоя, характер захоронения органических остатков, тип слоистости, мощность слоя и т.д. – все это те особенности слоя, наблюдать которые можно только в полевых условиях. В связи с этим определение фаций по отдельным образам в процессе лабораторных работ следует считать сугубо приблизительным, тем более, что одни и те же типы осадков могут образоваться в различных физико-

географических условиях.

Все фации можно отнести к трем основным группам: морские, переходные и континентальные. Континентальные отложения подразделяются на следующие фации (таблица 2):

- 1) элювиальные;
- 2) делювиальные и коллювиальные;
- 3) пролювиальные;
- 4) речные;
- 5) пресноводно-озерные;
- 6) болотные;
- 7) пустынные;
- 8) ледниковые;
- 9) вулканические и др.

Континентальные фации. Элювиальные фации. Основной особенностью элювиальных отложений является их залегание на месте разрушения материнских пород. Поэтому вниз по разрезу они постепенно переходят в неизменные коренные породы.

Состав элювия непостоянен. При физическом выветривании он сложен более или менее измельченными обломками коренных пород, при химическом — продуктами их глубокого разложения, не имеющими по внешнему виду с ними ничего общего.

В элювии отсутствуют органические остатки (за исключением псевдоморфоз по корням растений) и слоистость, с которой не следует смешивать зональность строения элювиальных отложений.

Делювиальные и коллювиальные фации. Делювиальные фации встречаются значительно чаще, чем элювиальные. Они возникают на склонах возвышенностей за счет переотложения талыми и снеговыми водами продуктов выветривания.

Отложения склонов, образовавшихся при оползнях, обвалах, часто выделяют под названием коллювия. Делювиальные отложения по своему составу близки к элювию и поэтому могут быть очень разнообразны. Делювий резко обособлен от подстилающих пород и часто образуется при смешении продуктов выветривания нескольких пород.

Делювиальные отложения, как правило, очень плохо сортированы.

Коллювий отличается от делювия еще худшей сортировкой. По этому признаку коллювиальные отложения очень близки к моренам. Однако петрографический состав обломков различен. В коллювии и делювии они сложены только местными породами, в морене они разнообразны и частично принесены издалека.

Проллювиальные фации. К этой группе фаций относятся отложения временных потоков, стекавших с гор на прилежащие равнины. В них входят русловые фации главных потоков, русловые и междолинные фации конусов выноса в различных его частях и т. д.

Разрез характеризуется быстрой изменчивостью в связи с непостоянством условий их образования. Органические остатки обычно отсутствуют.

В пролювии преобладают грубообломочные и песчано-глинистые отложения.

Речные фации являются одним из наиболее широко распространенных типов континентальных отложений. Среди фаций равнинных рек различают русловые, пойменные и старичные отложения.

В горных речных долинах распространены преимущественно русловые фации, а старичные обычно редки. Совместно с речными отложениями часто встречаются делювиальные.

Площадь распространения речных отложений из-за перемещения рек и распада их русел на многочисленные рукава может быть очень значительна.

Речные отложения могут быть очень разнообразны в зависимости от рельефа окружающей местности. В долинах горных рек широко распространены грубообломочные и песчаные отложения. Среди наносов равнинных рек преобладают песчано-глинистые. Различные по зернистости породы часто сочетаются в пределах одного и того же разреза, возникая в различных участках древних речных долин. Поэтому разрез речных отложений обычно очень непостоянен.

В некоторых речных отложениях присутствуют органические остатки пресноводных или наземных животных и растений. Во время переноса они дробятся и окатываются, но иногда не обнаруживают этих особенностей (при переносе трупов организмов). Часто встречается растительный детритус, располагающийся по плоскостям слоистости.

Характерной особенностью речных фаций является их косая слоистость, возникающая в результате поступательного движения воды.

Речные конгломераты встречаются часто среди древних предгорных отложений. Они характеризуются крутым наклоном галек обычно против течения, сравнительно плохой их сортировкой и часто угловатой формой. Наблюдаются также мощные косослоистые серии.

Речные песчаники и алевролиты по сравнению с прибрежными или донными морскими и озерными отложениями характеризуются плохой сортировкой, почти постоянной примесью пылеватых и глинистых частиц и своеобразной косой слоистостью.

Речные глинистые отложения характеризуются в большинстве случаев плохой сортировкой из-за постоянного присутствия значительной примеси алевроитовых и песчаных

частиц. Речные фации особенно часто встречаются совместно с дельтовыми и озерно-болотными отложениями. Для стариц характерны глинистые отложения, с прослоями углей.

Пресноводно-озерные фации отличаются от других тем, что накопление осадков при их формировании происходит в основном при колебательных движениях воды, влияние которых возрастает по мере увеличения размеров озера. Динамическая обстановка накопления озерных осадков сближает их с морскими. Однако пресноводность и значительно меньшие размеры существенно отличают озера от морских бассейнов.

Постоянство разреза озерных отложений зависит от размера бассейна. Отложения крупных озер напоминают по постоянству осадков морские фации.

Органические остатки в озерных отложениях встречаются сравнительно часто.

Среди песчаных отложений здесь присутствуют также песчано-глинистые, реже карбонатные и кремнистые органогенные отложения. Общей чертой многих озерных отложений является их тонкая горизонтальная слоистость.

Песчано-алевритовые озерные отложения у крупных озер характеризуются сравнительно хорошей сортировкой и наличием косой слоистости, возникающей при колебательном движении воды.

Глинистые озерные отложения могут быть очень тонкозернисты.

Карбонатные озерные отложения редко образуют выдержанные пласты. Обычно они залегают в виде многочисленных конкреций (желваков), образующихся за счет концентрации известкового коллоидного материала. Реже встречаются ракушечники. Присутствуют кремнистые озерные отложения органического происхождения.

Итак, здесь распространены терригенные разности от галечников до глин с преобладанием тонкозернистых отложений, хемогенные известняки, доломиты, соли, железные руды, бокситы, а также органогенные известняки и горючие сланцы.

Болотные фации. К этой группе фаций относятся отложения приморских и внутриконтинентальных болот на различных этапах их существования. Они характеризуются преобладанием глинистого материала, присутствием пластов углей, обилием остатков растений, в частности их корней, и образованием в восстановительной среде. Болотные фации стали возникать лишь после появления наземной растительности.

Площадь, занимаемая болотами, может быть велика.

В отличие от озерных они не содержат песков и галечников. Характерны прослои углей.

Пустынные фации представлены отложениями, возникшими в жарких засушливых областях, главным образом, под влиянием ветра. В состав данного комплекса фаций входят отложения сыпучих песков, временных потоков, пересыхающих озер и солончаков.

Разрез пустынных отложений характеризуется значительной изменчивостью, которая, однако, при однородности эоловых песков становится нерезко выраженной.

Органические остатки в эоловых отложениях редки. На поверхности солончаков часто сохраняются следы наземных животных и трещины высыхания. Образуются пустынные отложения почти всегда в окислительной среде.

Среди пустынных фаций преобладают глинисто-песчаные отложения. Возможно также нахождение линз солей.

Песчаные отложения сложены часто очень хорошо скатанными зернами с матовой поверхностью. При этом окатаны не только крупные, но и мелкие зерна, которые в воде из-за их малой величины и вязкости воды почти не подвергаются округлению. Эоловые песчаные фации характеризуются далее своеобразным распределением тяжелых и легких минералов, которое дает возможность отличить их от песков, отложенных водой. Пески, долгое время переносимые ветром, обладают также характерным гранулометрическим составом, в частности, малым содержанием крупных песчаных зерен и пылеватых частиц. В пустынных песках должна возникать косая слоистость, но она еще плохо изучена, далеко не всегда заметна и по своему облику близка к водной косой слоистости.

На поверхности пустынных песков образуется часто эоловая рябь, которую можно отличить от ряби, образованной водой.

Пустынные фации встречаются часто совместно с пролювием, отложениями соляных озер, солоноватоводных водоемов, реже с отложениями рек, дельт и морских бассейнов.

Ледниковые фации. Ледниковый фациальный комплекс состоит из трех основных групп фаций: моренных, флювиогляциальных и озерно-ледниковых. Моренные отложения образуются в результате движения льда и последующего его таяния. Флювиогляциальные фации образуются в результате переноса и отложения ледникового материала потоками талых вод. Озерно-ледниковые накопления возникают на дне приледниковых озер.

Ледниковые фации могут быть распространены на очень большой площади. Разрез их очень непостоянен.

Органические остатки во флювиогляциальных и озерно-ледниковых отложениях встречаются редко. В морене они отсутствуют совсем.

Все типы ледниковых отложений сложены обломочными породами.

Среда отложения большей частью окислительная.

Морена образуется в результате поступательного движения льда.

Поэтому вкрапленные в нее, среди преобладающего глинистого материала, крупные обломки часто сохраняют приобретенную ими при этом продольную ориентировку. На поверхности крупных обломков иногда видны перекрещивающиеся ледниковые шрамы. Присутствие этих шрамов, точно так же как отсутствие слоистости, исключительно плохая сортировка морены, ее залегание на полированной и штрихованной поверхности подстилающих пород являются руководящим признаком для определения древних морен.

Флювиогляциальные фации сложены галечно-песчаным материалом, обычно довольно плохо сортированным. Песчаные зерна угловаты, гальки часто хорошо скатаны. Наблюдается косая слоистость потокового типа.

Озерно-ледниковые отложения преимущественно глинисты. Для них типична тонкая горизонтальная слоистость ленточного типа.

Ледниковые фации встречаются иногда совместно с морскими, и могут быть связаны с ними переходными типами (ледниково-морские отложения). Среди континентальных фаций они чаще ассоциируются с озерными, болотными и речными.

Таблица 9.1 – Основные признаки континентальных фаций

Континентальные	Фации	Состав	Остатки растений и животных	Мощность	Распространение на площади	Контакты с вмещающими породами	Слоистость	Другие признаки
	Болотные (континентальных болот)	Торф, уголь	Редкая пресноводная фауна, остатки наземных растений, как правило, плохой сохранности	Небольшая	Ограниченное, залегание линзовидное	Чаще постепенные	Горизонтальная, иногда не прослеживается	
	Континентальных озер	Обломочные и органогенно-хемогенные породы	Пресноводная фауна, остатки наземных растений	Небольшая	Ограниченное, залегание линзовидное	Чаще постепенные	Горизонтальная	
	Речные	Песчаные породы, реже мелкообломочные породы	Редкая пресноводная фауна, фрагменты стволов растений, крупный растительный детрит	Небольшая	Обусловлено формой долины	Нижний резкий, верхний чаще постепенный	Крупная, косая, одно-, разнонаправленная	В основании часто гравий и галька
	Эоловые	Песчаные породы	Как правило, отсутствуют	Относительно небольшая	Иногда значительное	Чаще постепенные	Крупная, косая, мультислойная	
	Ледниковые	Несортирован-						

		ный материал						
--	--	--------------	--	--	--	--	--	--

Задания.

По предложенным преподавателем вариантам, определить по описаниям образцов горных пород их фациальную принадлежность и заполнить таблицу 9.2

Таблица 9.2. Фациальная принадлежность горных пород

№ обр.	Описание образцов горных пород	Диагностические признаки фаций	Фациальная принадлежность пород

Контрольные вопросы.

1. Основные диагностические признаки фаций.
2. Характеристика континентальных фаций.
3. Характеристика делювиальных и пролювиальных фаций.
4. Характеристика речных и болотных фаций.
5. Характеристика пустынных и ледниковых фаций.

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М.: Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №28

УСТАНОВЛЕНИЕ ЛИТОФАЦИАЛЬНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД МОРСКИХ ФАЦИЙ

Тема (12): Основные методы фациального анализа.

Цель. Познакомить студентов с классификацией фаций, основными признаками морских фаций.

Актуальность темы. Приуроченность к морским фациям месторождений различных полезных ископаемых в том числе нефти и газа делает актуальной необходимость их изучения.

Теоретическая часть. Среди морских фаций различают глубоководные (абиссальные), средних глубин (батиальные), мелководные (неритовые) и прибрежные (литоральные) фации. Два первых типа встречаются в ископаемом состоянии очень редко.

Морские фации наиболее широко распространены среди осадочных толщ. Среди морских фаций различают самые разнообразные типы. Чаще всего встречаются глинистые, карбонатные и кремнистые морские отложения. В море образуются также грубообломочные, песчаные, железистые, марганцовистые и другие осадки. Характер морских фаций изменяется с глубиной. По мере удаления от берега обломочные отложения становятся все более мелкозернистыми, уменьшается количество остатков донных организмов, все реже встречаются косая слоистость и знаки ряби, уменьшается количество и пороодообразующая роль донных организмов, исчезают остатки водорослей, уменьшается скорость накопления осадков и увеличивается интенсивность преобразования их сингенетическими процессами. Поэтому не случайно, что наиболее глубоководный тип современных осадков называется красной глубоководной глиной, а менее глубоководные осадки – разнообразными илами.

Влияние климата особенно резко выражено на карбонатности отложений и облике присутствующих в них органических остатков. В теплых морях чаще встречались карбонатные отложения, массивные раковины моллюсков и брахиопод, возникали коралловые рифы.

Прибрежные фации (литоральные). Прибрежные отложения возникают в зоне прилива и отлива. При отливе они осушаются, а во время прилива находятся на глубине в несколько метров. В морях отчлененных от океана, где приливы и отливы почти не заметны, к прибрежным следует относить отложения, образующиеся непосредственно у

береговой линии. Прибрежные фации не всегда можно отделить от континентальных отложений.

Широко распространено представление, высказываемое даже в некоторых новейших трудах отечественных литологов, о том, что прибрежные (литоральные) отложения в ископаемом состоянии сохраняются редко. Подобное предположение основано на том, что современные литоральные осадки встречаются лишь в пределах узкой зоны. Однако древние осадочные толщи образуются при перемещении береговой линии. Во время трансгрессии моря прибрежные отложения непрерывно погребаются под другими типами морских отложений и хорошо сохраняются в разрезе. Многие базальные горизонты в основании трансгрессивных комплексов представляют собой древние прибрежные отложения.

Прибрежные фации образуются в зоне наиболее резко выраженного в данном участке моря колебательного движения воды. Ширина зоны прибрежных отложений различна. У скалистых берегов она измеряется несколькими метрами. У очень пологих берегов рассматриваемые отложения накапливаются в зоне, имеющей в ширину несколько километров. В среднем больший вертикальный размах литоральной зоны около 16 м.

Что касается осадков, прибрежные галечники по пологим углам наклона заметно отличаются от речных галечников, кроме того, гальки в них обычно лучше окатаны.

Прибрежные песчаные отложения своеобразны. Благодаря длительному переотложению песчаных зерен они очень хорошо сортированы. В них почти отсутствует примесь пылеватых частиц. Многие песчаные зерна могут быть очень хорошо окатаны, поверхность их оглаженная, блестящая. Для прибрежных песчаных отложений характерна пологая перекрестная слоистость, обусловленная перемещением береговых валов и отложением песчаного материала на пологой поверхности пляжа.

Минералогический состав песчаных зерен может быть очень разнообразным. Вблизи от места разрушения кристаллических пород прибрежные пески могут быть полимиктовыми, но по мере дальнейшего переотложения зерна неустойчивых против выветривания минералов быстро разрушаются. В результате могут образоваться почти чистые кварцевые пески. Многие прибрежные пески сложены хорошо скатанными известковыми зернами или оолитами. Возможно также образование гипсовых и других по составу песков.

На пластовых поверхностях прибрежных песков очень часто встречаются волноприбойные знаки.

Глинистые прибрежные отложения, в отличие от песчаных и галечных, обычно плохо сортированы и содержат значительную примесь песчаных и алевритовых частиц.

Прибрежные органогенные породы представлены иногда скоплением битой ракушки, из которой затем образуются ракушняки, почти не содержащие цемента.

Углистые отложения, возникшие в болотах прибрежной зоны, могут содержать примесь обломочных зерен и иногда обломки раковин.

Итак, здесь обычны: известняки биогенного происхождения, особенно известняки-ракушняки, пески с косой слоистостью, реже галечники и глины. Органический мир: ракообразные, крабы, морские ежи, гастроподы, двустворки, кораллы, губки, мшанки. Характерны остатки наземной фауны.

Мелководные фации (неритовые). Возникают на глубинах до 70—100 м. В связи с перемещением береговой линии они часто распространены на очень большой площади, измеряемой несколькими сотнями километров в поперечнике. Разрез их часто достаточно устойчив.

Область накопления мелководных фаций характеризуется многими особенностями. В ее пределах волнение взмучивает осадки, вызывает заметный размыв морского дна и перемещает большое количество обломочного материала. Кроме того, мелководье - это наиболее густо населенная область морского дна. К этой зоне приурочено наибольшее количество донных организмов, остатки которых могут сохраняться в осадочных породах: большинство пелеципод, гастропод и мшанок, все рифообразующие кораллы, все известковые губки, большая часть донных фораминифер и т. д. Здесь же обитали и водоросли, так как свет хотя и проникал к более глубокие горизонты моря, но количество его там было недостаточно для жизни растений.

В опресненных, так же как и в засоленных, мелководных морях этот тонкозернистый кальцит химического происхождения становится основной составной частью осадка.

Среди известковых осадков мелкого моря широко распространены оолитовые отложения, в большинстве случаев образующиеся на глубинах не более 20 м, и обломочные известковые пески и илы. Обломочные карбонатные отложения особенно часто встречаются среди рифов или около берегов, сложенных карбонатными породами, где они слагают и прибрежные осадки.

Среди пород химического происхождения в мелком море возникают бокситовые, железистые, марганцовистые и фосфатные осадки. Глубина их образования, согласно схеме химической дифференциации, возрастает по мере перехода от бокситов к фосфатам.

В целом мелководные отложения открытых морей характеризуются признаками, указывающими на подвижность воды (косая слоистость, хорошая сортировка и пр.), обилием и разнообразием органических остатков, сочетанием обломочных и органогенных пород с отложениями коллоидно-химического происхождения.

Этой зоне характерны: глины темные, часто песчаные и известковые с пиритом, известняки хемогенные и биогенные (коралловые, водорослево-мшанковые, ракушняковые, реже песчаники мелкозернистые с параллельной слоистостью и реже галечники. Биомический признак – обилие остатков организмов, принадлежащих разным типам животного мира и наличие известковых водорослей.

Глубоководные фации (батиальные). Область морского дна с глубинами от 500 до 2000-3000 м характеризуется, как правило, очень слабой подвижностью воды. Только в редких случаях, например, в зоне действия донных течений происходит перемещение осадочного материала.

Глубоководные донные организмы имеют менее прочные скелетные образования и поэтому их остатки очень редко встречаются в ископаемом состоянии. Значительно чаще в глубоководных отложениях присутствуют остатки планктонных фораминифер, являющихся иногда породообразующим элементом. Могут присутствовать остатки активно плавающих организмов. Глинистые и известковые илы – наиболее распространенные типы отложений среди глубоководных фаций. Они возникают почти в неподвижной воде и должны обладать наиболее упорядоченным расположением частиц. В области глубокого моря может иногда происходить отложение из растворов, в особенности при подводных вулканических извержениях.

Итак, этой зоне свойственны преимущественно тонкозернистые глинистые породы темного цвета, обогащенные органическим веществом или пиритом, с бедной фауной, реже терригенные отложения мутьевых потоков.

Абиссальные (весьма глубоководные) фации. Образуются в зоне океанического ложа с глубиной 3000 – 6000 м. Наиболее глубоководные области океанического дна возникают большей частью в пределах геосинклиналей из-за наличия в них резких погружений. Такие глубоководные впадины часто близко расположены к области сноса и получают значительное количество осадочного материала. Поэтому в них накапливаются обычно глинистые осадки, не различимые при современном состоянии изученности от глубоководных отложений, охарактеризованных в предыдущих пунктах.

Более удаленные от материков абиссальные области океанических впадин почти не получают с суши осадочного материала. В этих областях в современную эпоху образуется

красная глубоководная глина и на несколько меньших глубинах - известковые и кремнистые органогенные илы. Древние абиссальные отложения почти не изучены. Они должны характеризоваться полным отсутствием донных организмов.

В современных осадках преобладают фораминиферовые и птероподовые илы, содержащие смесь глинистого материала, встречается красная глубоководная глина, содержащая соединения марганца и железа. Фауна – иглокожие, черви и членистоногие.

Задания.

По предложенным преподавателем вариантам, определить по описаниям образцов горных пород их фациальную принадлежность и заполнить таблицу 4.

Таблица 12.1. Фациальная принадлежность горных пород

№ обр.	Описание образцов горных пород	Диагностические признаки фаций	Фациальная принадлежность пород

Контрольные вопросы.

1. Характеристика морских фаций.
2. Характеристика литоральных фаций.
3. Характеристика неритовых фаций.
4. Характеристика батинальных фаций.

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №29

УСТАНОВЛЕНИЕ ЛИТОФАЦИАЛЬНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ПЕРЕХОДНЫХ ФАЦИЙ

Тема (12): Основные методы фациального анализа.

Цель. Познакомить студентов с классификацией фаций, основными признаками переходных фаций.

Актуальность. Приуроченность к переходным фациям месторождений различных полезных ископаемых в том числе нефти и газа делает актуальной необходимость их изучения.

Теоретическая часть. Переходные фации. В группу лагунных фаций, следуя Д. В. Наливкину, включаются отложения, возникающие в переходной зоне между сушей и морем.

Наиболее характерной особенностью лагунных фаций является их отложение в водоемах с ненормальной соленостью. Этим лагунные фации отличаются от морских, образующихся в воде с нормальной соленостью, и континентальных, возникающих в воздушной среде и в пресноводных водоемах.

Лагунные отложения распространены не только в зоне, переходной между сушей и морем, но иногда встречаются и в бессточных котловинах внутри континентов.

Повышенная или пониженная соленость воды в лагунной зоне в значительной степени сказывается на облике обитающих в ней организмов.

Таким отложениям характерны пески (песчаники), глины углистые или битуминозные, иногда с пиритом – в нормально соленых лагунах; хемогенные известняки, доломиты, ангидрит, гипс, галит и карналлит – в осолоненных лагунах.

С лагунными отложениями связаны многие полезные ископаемые (соли, иногда угли, нефти и пр.).

Фации опресненных бассейнов. Опресненные бассейны возникают всегда в результате значительного притока пресных вод. Поэтому при нахождении их отложений следует искать и древние крупные речные системы, впадавшие в эти бассейны.

Фации крупных опресненных бассейнов отличаются от морских отложений, главным образом, характером органических остатков, редкостью или полным отсутствием глауконита и фосфатных отложений. Фации небольших опресненных бассейнов отличаются, кроме того, слабой подвижностью воды и поэтому редкостью нахождения в них кривой слоистости, а также плохой сортировкой отложений. Широко распространены карбонатные алевритовые и алеврито-глинистые отложения.

Органогенные отложения солоноватоводных бассейнов представлены прибрежными ракушняками и мелководными мшанковыми или водорослевыми известняками.

Мшанки и водоросли в этих бассейнах нередко образовывали довольно большие рифы. Так, мшанковые рифы обладали длиной до нескольких километров и высотой до 10 м.

Фации засоленных бассейнов. В этой группе фаций следует различать отложения приморских лагун и соляных озер. Обе группы свойственны водоемам, расположенным в зоне засушливого жаркого климата, не получающих значительного притока пресных вод.

Отложения засоленных лагун подстилаются в большинстве случаев нормальными морскими слоями и характеризуются полным отсутствием органических остатков, загипсованностью или засоленностью песчано-глинистых отложений и присутствием более или менее мощных пластов соляных пород.

Дельтовые отложения. Они представляют собой сложный комплекс морских, лагунных и континентальных отложений. В дельтах происходит осаждение значительной части наносов, переносимых реками.

Характерными отложениями являются: пески (песчаники), глины, реже - галечники, в подводной части возможны прослои известняков серых, в тропических областях – пестрый цвет. Остатки наземных позвоночных и пресноводных беспозвоночных.

Задания.

По предложенным преподавателем вариантам, определить по описаниям образцов горных пород их фациальную принадлежность и заполнить таблицу 11.1.

Таблица 11.1. Фациальная принадлежность горных пород

№ обр.	Описание образцов горных пород	Диагностические признаки фаций	Фациальная принадлежность пород

Контрольные вопросы

1. Характеристика лагунных фаций.
2. Характеристика фаций опресненных бассейнов.
3. Характеристика фаций засоленных бассейнов.

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №30

МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ

Тема (16): Литология природных резервуаров (породы-коллектора).

Цель . Изучить классификацию и свойства пород-коллекторов.

Актуальность Породами-коллекторами называют горные породы, способные вмещать в себя жидкости и газы и отдавать их при разработке. Макроскопический метод исследования позволяет получить весьма ценную информацию о составе и строении породы-коллектора.

Теоретическая часть. По условиям образования коллектора бывают терригенные и карбонатные. Магматические и метаморфические породы не являются типичными коллекторами. Нахождение в этих породах нефти и газа - это следствие миграции углеводородов в выветрелую часть породы, где в результате химических процессов выветривания, а также под воздействием тектонических процессов могли образоваться вторичные поры и трещины. Знакомясь с образцом породы-коллектора терригенного типа, следует внимательно рассмотреть его строение.

Порода состоит из отдельных зерен. Светлые зерна - это обломки кварца, розовые - полевых шпатов. Обломки разного размера. Среди них выделяются наиболее крупные, 2-3 мм в поперечнике. Между ними располагаются более мелкие, самых разных размеров - и формы. Форма обломков разная: от остроугольных неправильной формы до хорошо

скатанных, почти круглых зерен.

Из теоретического курса известно, что песчаник - порода осадочная. Его происхождение связано с разрушением, переносом и отложением обломков магматических пород. Поэтому здесь мы видим зерна кварца и полевых шпатов. Это продукты разрушения гранитов. Размер зерен говорит о расстоянии от источника разрушения гранитов. Более крупные обломки накапливаются ближе к источнику разрушения, более мелкие переносятся на большие расстояния. От этого зависит и окатанность зерен. Вблизи от источника сноса зерна будут остроугольные. При длительном переносе водными потоками, ветром они становятся окатанными, округлыми.

Зерна кварца и полевых шпатов, как правило, крепко "припаяны" друг к другу цементом. Иногда они слабо сцементированы, рассыпаются при трении пальцами руки.

Цементирующим материалом служат глинистые, карбонатные или силикатные частички. Среди них можно заметить блестки слюды.

Если на свежую поверхность излома песчаника капнуть раствором соляной кислоты, можно определить наличие карбонатного материала в цементе. Его присутствие проявится в виде шипения пузырьков воздуха на поверхности излома.

Таким образом, после тщательного осмотра образца породы (по видимым ее признакам) можно определить название породы, слагающей терригенный коллектор. Это могут быть алевролит, песок, песчаник, гравелит. Можно предварительно определить и качество этой породы как породы-коллектора, зная, что пористость и проницаемость зависят от окатанности, отсортированности обломков, характера укладки зерен, степени их сцементированности, качества цемента и т.д.

Известно, что пористость - это наличие свободного пространства в горной породе, а проницаемость - это способность горных пород пропускать сквозь себя жидкости или газы.

Изучая образец карбонатного коллектора (известняк, доломит), следует помнить, что его образование происходит в водной среде, на больших глубинах. Карбонатные породы могут также иметь химическое и органическое происхождение. Поэтому необходимо тщательно изучить структуру породы, то есть наличие зерен, либо кристаллов, либо обломков раковин, сцементированных глинистым, кремнистым или карбонатным материалом.

Отличить известняк от доломита можно также раствором соляной кислоты. Доломит будет реагировать с соляной кислотой только в порошке. После определения названия породы, ее структуры, примесей, текстуры (слоистости) следует перейти к

внимательному изучению свободного пространства в породе. Это могут быть поры, каверны, трещины. По возможности нужно произвести замеры их размеров (длина, ширина, диаметр), определить форму, направление преимущественного распространения трещин, затем подсчитать примерное количество свободного пространства на площади в 1 см² и по возможности установить наличие сообщающихся между собой пор (каверн или трещин). Для исследования образцов горных пород рекомендуется пользоваться лупой с 2-4-кратным увеличением.

Породы-коллекторы могут содержать в себе остатки тяжелых углеводородов, и тогда они будут окрашены в темный цвет, обладать специфическим запахом, пачкать руки и т.д.

Признаки присутствия газа в породе визуальным образом обнаружить можно только по запаху в свежем изломе или после помещения образца в воду тут же после его раскола.

Темный цвет породы, не имеющей видимых признаков нефти или газа, говорит о наличии в ней битуминозного вещества. Такая горная порода могла быть нефтегазопроизводящей. Их изучение важно для определения степени перспективности нефтегазоносности того или иного участка земной коры и путей миграции углеводородов.

Задания.

Порядок описания терригенных пород (гравелиты, песчаники, пески, алевролиты, алевролиты, конгломераты, брекчии):

1 . Цвет

2. Структура

3. По размерам преобладающих обломков:

2-1 мм - грубозернистые

1-0,5 мм - крупнозернистые пески и песчаники

0,5-0,25 мм - среднезернистые

0,25-0,1 мм - мелкозернистые

4. По относительной величине зерен:

Равномернозернистые (сортированные)

Разнозернистые (несортированные)

Необходимо определить размер преобладающих зерен и на этом основании дать название породе, т.е, отнести к гранулометрическому классу (валуны - глыбы, гальки - щебень, гравий, песок, алевролит) и гранулометрическому типу внутри этих классов (крупный, средний, мелкий).

Измеряют самые крупные и самые мелкие обломки, выделяют преобладающую

часть (фракцию) по этой фракции называют породу, например, конгломерат крупногалечный, брекчия мелкообломочная, песчаники грубозернистые и т.д.

5. Степень сортировки:

Хорошо, средне, плохо сортированные и неотсортированные.

1) валуны, гальки, гравий и конгломераты, гравелиты - характеризуются окатанной формой обломков

2) глыбы, щебенка, дресва, брекчии - неокатанная форма обломков

6. Текстура

(слоистая, полосчатая, массивная, пятнистая)

Слоистая текстура: косая, волнистая, горизонтально-слоистая

Например, слоистость выражена или обусловлена ритмичной сортировкой материала;

Если слоистость косая, отметить угол наклона косых слойков и их форму (прямая, вогнутая, выпуклая)

Если слоистость волнистая, то отмечается длина и высота волны, её форма - симметричная или асимметричная.

Концентрические (скорлуповатые, конкреционные) текстуры, описывают также, как и слоистые.

7. Минеральный состав обломочной части:

Кварцевый (мономиктовый),

Кварц-полевошпатовый (олигомиктовый),

Кварц-полевошпатовый, темноцветные минералы, а в грубообломочных - обломки пород (полимиктовый)

8. Степень цементации

9. Состав цемента (карбонатный, глинистый, железистый и т.д.)

10. Степень пористости

11. Особенности образца (степень и характер насыщения, присутствие органических остатков, крупных единичных обломков и т.п.)

12. Крепость определяется составом и типом цемента.

Цемент присутствует в большинстве обломочных пород, обуславливает крепость, плотность и т.д.

Типы цемента:

1) Базальный - зерна не соприкасаются друг с другом, как бы плавают в цементе.

2) Заполнения пор - зерна соприкасаются друг с другом, цемент заполняет поры между ними.

3) Пленочный - цемент одевает зерна пленкой

4) Соприкосновения или контактовый - цемент присутствует в местах соприкосновения зерен.

Состав цемента может быть однородным (мономинеральным) или неоднородным (полимиктовым).

Известковый цемент узнается по вскипанию с HCl.

Доломитовый - слабая реакция с HCl.

Глинистый - по размокаемости в воде.

Железистый - по бурому цвету

Гипсовый - по блеску на плоскостях спайности.

Порядок описания карбонатных пород (известняки и доломиты):

1. Цвет (на свежем изломе и в коре выветривания)

2. Происхождение (органогенные, биохимические, хемогенные, обломочные)

3. Структура (крупно-, средне-, мелкозернистые, кристаллически-зернистые, равномерно - и неравномернозернистые, землистые, оолитовые, детритусовые, афанитовые и др.)

Особенности структуры проявляются в изломе породы: микрозернистые имеют землистый излом и марают руки (мел), а крепкие - фарфоровидный или раковистый излом, средне-крупнозернистые имеют кристаллический сверкающий излом.

4. Текстура (массивная, слоистая, биогенная, текстуры замещения, растворения, стилолиты, сутуры и др.)

5. Примеси (глинистость, песчанистость и др.)

6. Пористость, кавернозность, трещиноватость

7. Особенности образца (степень и характер насыщения, излом и др.)

8. Примеси

Обломочные карбонатные породы описываются как терригенные.

Мергель - карбонатная порода с содержанием глинистой примеси от 25 до 50%, или глинистые породы с 25-50% содержанием карбонатного вещества. При меньшем содержании карбонатного вещества глины известковистые или доломитовые, а при малом содержании глины (5-25%) - глинистые известняки или доломиты.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте наиболее распространенные карбонатные породы.
2. Как подразделяются карбонатные породы по условиям образования и минералогическому составу?
3. Каков порядок описания хомогенных пород?
4. Назовите отличительные признаки карбонатных пород.
5. Почему для карбонатных пород обязательно описание излома?

Список литературы

1. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9
2. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб. пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 31

МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОРОД-ФЛЮИДОУПОРОВ

Тема (17): Литология природных резервуаров (породы-флюидоупоры).

Цель. Изучить классификацию и свойства пород-флюидоупоров.

Актуальность. Макроскопическое описание пород-флюидоупоров позволяет детально изучить свойства покрышек и классифицировать их.

Теоретическая часть. Породы-флюидоупоры это практически непроницаемые горные породы, препятствующие миграции углеводородов в земной коре и способствующие сохранности уже сформировавшихся их скоплений. Известно, что породами-покрышками являются глинистые, карбонатные и галогенные осадочные образования.

Глинистые породы можно определить по их очень тонкому размеру зерен, слоистости, "жирности" наощупь. Глины состоят из тончайших обломков разрушенных горных пород различного состава, перенесенных в водный бассейн и отложенных на большой глубине. Как правило, обломки имеют форму плоских чешуек размером несколько микрон. Цвет глин темный - коричневый, шоколадный, черный. Это зависит от состава чешуек, примесей и геохимических условий среды, в которой шло накопление глинистого материала.

Расстояние между чешуйками глины, слюды в породе ничтожно мало, однако, учитывая большое количество чешуек, объем "свободного" пространства в глинах велик, поэтому пористость глин высокая. Коэффициент пористости глин достигает 50%. Однако, глины выполняют роль покрышек, так как они практически непроницаемы, потому что тончайшие поры в глинах не сообщаются между собой.

Глинистые породы рыхлые, вязкие, однако при высыхании они растрескиваются, раскалываются по плоскостям напластования и в поперечнике, и в определенных условиях: могут содержать в себе жидкости или газы, то есть служить коллектором (например, баженовская свита в Западной Сибири). Различают аргиллитовые, пеллитовые и др. глинистые покрышки.

Карбонатные покрышки - это известняки, доломиты различного происхождения, без признаков свободного пространства в них. Они плотные, часто глинистые, нередко окремнелые.

Породы-покрышки галогенного типа визуально легко отличить от пород другого типа. Это породы светлых тонов кристаллической структуры, плотные, крепкие. К ним относятся гипсы, ангидриты, каменная соль. Образовались они путем выпадения из рассолов (сильно минерализованных вод) в неглубоких водоемах, сообщающихся с морем (лагунах). Лучшей галогенной покрышкой и наиболее распространенной в природе считается покрышка, сложенная каменной солью. Образец каменной соли отличается от других горных пород правильными кубической формой кристаллами и горько-соленым вкусом.

Задания.

Порядок описания глинистых пород:

1. Исследуется порода на размокаемость. Глины в воде размокают сразу (минуты - десятки минут). Уплотненные глины размокают через сутки или несколько часов - аргиллитоподобная глина. Аргиллит не размокает. При высыхании цвета тускнеют

и бледнеют, окраска сглаживается.

2. Цвет (в сухом и во влажном состоянии)
3. Степень влажности и пластичности
4. Степень уплотнения
5. Примеси (известковистые, глинистые, битуминозные, кремнистые и др.)
6. Структура. Крупнодисперсная ($d_{\text{частиц}}$ 0,01-0,001 мм), тонкодисперсная ($d_{\text{частиц}} < 0,001$ мм) в первых при растирании в пальцах, пробе на зуб или резание ножом ощущается примесь алевритовых и песчаных частиц. При скатывании в сыром виде они дают короткие и толстые шнуры, а вторые - длинные толщиной $< 0,5$ см. Излом - землистый или раковистый может быть с примесью песчаных или алевритовых частиц. Структура чистых глинистых пород микрзернистая ($d < 0,01$ мм), однородный или раковистый излом.

7. Текстура (листовая, плейчатая, массивная, тонкоплитчатая, слоистая и др.)

8. Слоистость, вызванная оползанием осадка, ходами илоедов, корнями растений и т.д. Слоистость, обычно горизонтальная, реже волнистая сплошная или прерывистая, выражается различиями окраски, структуры, линзочками и прослойками алеврита или песка, параллельным расположением растительных остатков, раковин и т.д.

9. Минералогический состав. Определяется по реакции с водой и окраске.

Каолинитовые глины в воде не разбухают. Белые или светло-серые, жирные на ощупь.

Монтмориллонитовые в воде сильно разбухают, жадно впитывают воду, увеличиваются в объеме. Светло-серые, с желтовато-зеленоватыми оттенками, на ощупь тощие или жирные, имеют раковистый излом. Хорошо мылятся.

Гидролюидные глины в воде не разбухают.

Пример: глина - темно-серая (сухая), алевропелитовая, неотчетливо слоистая с раковистым изломом, размокающая (10 мин.), вероятно, в основном, гидролюидная, слабоизвестковистая, с тонкорассеянным обугленным растительным детритом.

Примеси:

Fe^{3+} - желтый, красный, фиолетовый (окислы железа)

Fe^{2+} - сизые, зеленовато-серые (закисы железа)

Мп - бурый, черный (окислы марганца),

Битумы - коричневые, светлые, палевые

Углистые частицы - темно-серый, черный.

Контрольные вопросы

1. Назовите примеси, которые могут окрашивать глинистые породы в различные цвета.
2. По каким внешним косвенным признакам можно установить минералогический состав глинистых пород?
3. Каков порядок описания глинистых пород?

Список литературы

1. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб. пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2
2. Логвиненко, Н. В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследования) : учебник для вузов / Н. В. Логвиненко. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1974. - 400 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №32

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ОТ ГЛУБИНЫ

Тема (18): Характер изменения пород-коллекторов и флюидоупоров на больших глубинах.

Цель. Познакомить студентов с особенностями поведения пород-коллекторов и пород – флюидоупоров при погружении их на значительные глубины.

Актуальность. Актуальность темы связана с тем, что с глубиной изменяются свойства пород-коллекторов и флюидоупоров.

Теоретическая часть. Для повышения эффективности геологоразведочных работ необходима высокая степень геологического обоснования перспектив территории и места заложения скважины. Одна из главных предпосылок для выбора места поисков залежей нефти и газа — знание коллекторских и экранирующих свойств пород.

Известно, что по мере увеличения глубины залегания осадочных горных пород изменяются их строение и физические (в том числе коллекторские) свойства. Изменение строения и коллекторских свойств пород с глубиной в различных регионах происходит неодинаково. Это определяется историей геологического развития, термобарическими и геохимическими условиями. Вместе с тем многочисленные исследования советских и

зарубежных ученых и специалистов позволили установить общую закономерность, заключающуюся в том, что мере увеличения глубины залегания пород их пористость и проницаемость постепенно понижаются, а плотность и хрупкость возрастают.

В геологическом разрезе мощных осадочных толщ, не испытывавших существенных восходящих движений, не претерпевших перерывов в осадконакоплении или размыва части осадочных толщ, снижение коллекторских свойств пород с глубиной происходит более или менее постепенно.

Вместе с тем имеется немало аномалий, которые свидетельствуют о наличии на больших глубинах коллекторов большой емкости, способных вмещать значительные количества углеводородов.

Изучение керна из глубоких скважин и экспериментальные исследования образцов горных пород в напряженных термобарических условиях позволили установить два возможных варианта существования высоких коллекторских свойств пород на больших глубинах:

1. Сохранение или незначительное снижение первичных свойств;
2. Возникновение в породах вторичного порового пространства и путей миграции.

Сохранение или незначительное изменение первоначальных коллекторских свойств пород помимо внешних факторов предопределяется:

- литолого-геологическими свойствами пласта;
- химическими свойствами флюидов;
- механическими влияниями флюидов.

Литолого-геологические свойства пласта-коллектора, включающие отсортированность и размер обломочных зерен, особенности структуры обломочных пород, наличие межформенной или внутриформенной пористости в известняках, наличие крупных гипергенных каверн и полостей в карбонатных породах, однородность и большую толщину пластов-коллекторов, благоприятствующие сохранению первичных коллекторских свойств, обычно формируются в стадию седиментогенеза, иногда позже. Среди терригенных, преимущественно песчаных и алевритовых пород, более всего предрасположены к сохранению первичных коллекторских свойств, крупно- и среднезернистые разности песчаников без цемента или с низким его содержанием. В этих породах поры имеют более крупный размер, благодаря чему в процессе механического уплотнения и образования структур растворения (конформенных, инкорпорационных) величина пор хотя и уменьшается, но они остаются открытыми и способными к фильтрации. В мелкозернистых разностях, особенно алевролитах, вследствие отмеченных

процессов открытые поры исчезают на значительно меньших глубинах. В породах с однородными по размеру обломочными зернами первичная пористость лучше сохраняется, чем в разнотернистых.

Крупные межформенные и внутриформенные поры, каверны и полости в карбонатных породах — известняках и доломитах на больших глубинах сохраняются больше, чем мелкое пустотное пространство.

Толщина пластов также отражается на сохранении коллекторских свойств пород. Как известно, при погружении глинистые породы уплотняются быстрее, чем песчаные и алевроитовые. Из-за этого пластовое давление в глинах становится более высоким, чем в обломочных породах. В результате перепада давлений свободная вода из глин поступает в песчаные и алевроитовые породы. Если геохимические условия в контактирующих породах различны, то между флюидами может произойти химическое взаимодействие с образованием солей в поровом пространстве обломочных пород. Со временем это приводит к заполнению пор вторичными продуктами и потере проницаемости в приконтактных зонах пласта-коллектора (в кровле и подошве) большой мощности. Вследствие этого пласт изолируется от поступления флюидов сверху и снизу и сохраняется как коллектор. В пласте небольшой мощности (первые метры) вторичные продукты могут заполнить поровое пространство полностью от кровли до подошвы и, таким образом, снизить качество пород-коллекторов до категории непромышленных.

Наличие в поровом пространстве нефти, не содержащей воды и других химически активных компонентов, способствует сохранению коллекторских свойств породы. Это предопределяется тем, что исключается аутигенное минералообразование, а находящиеся под высоким давлением углеводороды препятствуют механическому уплотнению пород.

Механическое влияние флюидов на коллекторские свойства пород проявляется в том случае, если пластовое давление существенно превышает гидростатическое. Такие пластовые давления называют аномально высокими (АВПД). Они могут превышать гидростатические в 1,5—2 раза и даже более. В этом случае флюиды, образно говоря, действуют как распорка, не позволяющая трещинам сомкнуться, а порам уменьшиться. Такие давления могут возникнуть благодаря гравитационному уплотнению, тектоническим напряжениям, притокам высоконапорных глубинных флюидов и др.

В зонах АВПД пористость и проницаемость пород выше, чем в отложениях, залегающих на тех же или даже меньших глубинах, вне зоны развития АВПД.

Вторичное поровое пространство возникает вследствие следующих процессов: растворение и вынос соединений, неустойчивых в конкретных геохимических и

термобарических условиях; доломитизация известняков; растрескивание пород, сопровождаемое образованием зияющих трещин.

При прогнозировании вторичных пород-коллекторов на больших глубинах необходимо иметь в виду, что вторичные поры, каверны, каналы, а также трещины непостоянны как по времени, так и по величине. Под действием тех же факторов, что и в случае с первичной пористостью, они могут быть увеличены или же, наоборот, залечены минеральными новообразованиями, а зияющие трещины, кроме того могут механически сомкнуться. Следует также помнить, что нефтеносные породы обычно обладают лучшими коллекторскими свойствами, чем сходные по литологическому составу водоносные, на которые мы ориентируемся при оценке качества коллекторов.

Материалы изучения реальных пород, экспериментальные исследования и теоретические представления позволяют считать, что на глубинах свыше 4 км могут быть встречены следующие типы пород-коллекторов:

- поровые (песчаники, алевролиты, вулканогенно-осадочные породы);
- порово-трещинные (песчаники, алевролиты, известняки, доломиты, кора выветривания);
- трещинные (аргиллиты, мергели, ангидриты, магматические и метаморфические породы, кора выветривания);
- каверново-трещинные (известняки, доломиты).

Таким образом, к категории возможных коллекторов на больших глубинах отнесены и такие породы, которые на малых и умеренных глубинах бывают только экранами (глинистые, мергели, некоторые известняки и др.).

Серьезную проблему представляет и оценка экранирующих толщ. Пока с уверенностью можно говорить о высоких экранирующих свойствах толщ каменной соли. Остальные породы, в зависимости от степени и интенсивности их вторичных изменений, могут оказаться и коллекторами, и крышками для скоплений нефти и газа. Такие породы, как аргиллиты, мергели, известняки, могут быть экранами на больших глубинах, по-видимому, относительно кратковременно, в отрезки времени между разрядками тектонических напряжений, после того, как трещинки сомкнутся или будут заполнены минеральными новообразованиями. Считают, что в ряде случаев экранами могут быть пласты, сложенные песчаниками регенерационной структуры.

Закономерности изменения коллекторских свойств пород с глубиной, аномальное влияние на породы некоторых факторов и их сочетаний, а также результаты

экспериментальных исследований дают основание считать, что в благоприятных условиях осадочные породы могут быть коллекторами нефти и газа на глубинах до 12—15 км.

С глубиной меняются также и породы флюидоупоры. Если говорить о глинистых породах, то с глубиной глины уплотняются и улучшаются их экранирующие свойства. Под действием стресса и литостатического (горного) давления частицы породы все более плотно прилегают друг к другу, сокращается объем порового пространства, уменьшается размер поровых каналов, а в итоге повышаются экранирующие свойства пород. При коэффициенте уплотнения глинистых пород 0,8 и выше они уже обладают достаточно высокими экранирующими свойствами.

В платформенных условиях это происходит на глубинах 1,5—3,5 км. При больших значениях k_6 глины переходят в аргиллиты, экранирующие свойства пород повышаются, но одновременно они становятся малопластичными, способными к образованию трещиноватости, что снижает их потенциальные возможности как флюидоупоров.

Из интенсивно уплотняющихся пород возникают динамические флюидоупоры. Их пористость с погружением снижается быстрее, чем у окружающих пород, вследствие чего происходит отжатие флюидов (главным образом свободной воды) в соседние, менее уплотненные породы. Например глины в процессе погружения на глубину 1,5—2 км уплотняются значительно быстрее, чем песчаные или алевроитовые породы. Из глин, залегающих над этими породами, фильтрация осуществляется сверху вниз. За счет этого эффекта пористые и даже обладающие невысокой проницаемостью пласты глинистых пород становятся экранами на пути фильтрации флюидов, находящихся в нижележащих песчаных или алевроитовых породах.

Характер изменения экранирующих свойств глинистых пород зависит также от их минералогического состава. Более всего способствуют надежности экранирующих свойств минералы группы монтмориллонита, слабее — гидрослюды и каолинит. Эта особенность предопределяется тем, что глинистые минералы обладают способностью к набуханию и увеличению за счет этого объема. Лучшими экранирующими свойствами обладают монтмориллонитовые глины.

Задания.

1. Проанализировать табличные данные по свойствам пород-коллекторов.
2. Дать характеристику фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов.
3. Построить гистограммы петрофизических параметров пород-коллекторов,

пород-флюидопоров.

4. Построить графики изменения петрофизических параметров пород-коллекторов с глубиной.
5. Построить графики изменения плотности пород-флюидопоров с глубиной.
6. Оценить изменения коллекторских свойств терригенных и карбонатных пород-коллекторов.
7. Дать сравнительную характеристику изменений коллекторских свойств карбонатных и терригенных пород-коллекторов.

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы, краткие теоретические предпосылки, произвести расчеты, построить графики и представить выполненную работу.

При защите работы студент должен иметь отчет о выполненной работе, уметь ответить на предложенные преподавателем вопросы.

Контрольные вопросы

1. Как меняются свойства пород-флюидопоров с глубиной?
2. Как меняются свойства пород-коллекторов с глубиной?

Список литературы

1. Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 211. - ISBN 978-5-209-02584-9
2. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 33

ПОСТРОЕНИЕ ЛИТОФАЦИАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Тема (12): Основные методы фациального анализа.

Цель. Познакомить студентов с методикой построения литофациальных профильных разрезов.

Актуальность. Научить студентов строить литофациальные профили – актуальная задача, поскольку профили используются для оценки литофациальных критериев нефтегазоносности

Теоретическая часть. Литолого-фациальные профили являются одним из довольно распространенных графических приложений. В крупном масштабе здесь показываются взаимоотношения между осадками отдельных фаций, их взаимные переходы, формы залегания и т.д. Разрезы строятся для всей рассматриваемой толщи в целом или для отдельных изучаемых пачек и горизонтов. На профилях наносятся литологические и палеогеографические обозначения, позволяющие проследить взаимоотношения ландшафтов и литологических разностей пород.

Построение начинают с составления литологических колонок. На карте фактического материала проводят линии профилей. Линии профилей проводятся с таким расчетом, чтобы они охватили максимальное количество опорных, наиболее хорошо изученных разрезов. Литолого-фациальные профили строятся для увязки отдельных разрезов и для выяснения характера фациальных изменений по простиранию

Горизонтальный масштаб берется, как правило, в несколько раз меньше, чем вертикальный. Например, горизонтальный масштаб берется 1:200000, а вертикальный – 1:1000 или 1:5000.

На профиль переносится литологическая колонка, на которую накладываются фациальные знаки. Затем проводится соединение одновозрастных и одинаковых в литолого-фациальном отношении горизонтов. При этом фациальные и литологические знаки ставятся густо около колонки. Увязывая все разрезы, попадающие на профиль, мы получаем картину изменений литологического состава и условий образования пород изучаемой территории. На законченных литолого-стратиграфических профилях соответствующими условными обозначениями наносят горизонты, различающиеся по условиям образования и литологию пород. Интерпретируя литолого-фациальные профили, можно в основных чертах представить палеогеографию для различных отрезков времени. На основании изменения гранулометрического состава осадков, их мощности

можно предположить местоположение областей сноса, направление сноса. По резкому сокращению мощностей отдельных горизонтов, или по выклиниванию горизонтов, можно установить наличие перерывов в отложении, что, в свою очередь, помогает выделить области поднятий.

Задания.

Линии профилей выбираются в общем случае с таким расчетом, чтобы они охватили максимальное количество опорных, наиболее хорошо изученных разрезов. Последнее имеет место в данной лабораторной работе. Построение профилей рекомендуется проводить в следующем порядке:

1. Наметить начало профиля и отложить вправо длину разреза в принятом масштабе.
2. У начала разреза построить шкалу абсолютных отметок с таким расчетом, чтобы максимальная отметка была несколько выше верхней точки рельефа, а минимальная ниже забоя самой глубокой скважины.
3. Для построения топографического профиля от левой шкалы по горизонтальному направлению отложить расстояния до каждой скважины, нанести положение стволов скважин.
4. Нанести на стволы скважин абсолютные отметки устья скважин, и, соединив все точки плавными линиями, получить топографический профиль поверхности земли по заданному направлению.
5. На отмеченные стволы скважин нанести колонки буровых скважин. При крупном масштабе разреза ствол скважин обозначают двумя вертикальными отрезками, в остальных случаях - одним.
6. На нижнем конце отрезка, соответствующем абсолютной отметке низшей точки пробуренной скважины (забою), поставить короткий поперечный штрих. Справа от штриха записать абсолютную отметку забоя, вычисляемую как разность между абсолютной отметкой устья и глубиной скважины.
7. Вдоль линии скважины разметить границы слоев и проставить абсолютные отметки глубин залегания соответствующих слоев.
8. В интервале каждого слоя (на полосе шириной 1, 2 см) условными обозначениями, отметить карандашом состав, относительный возраст и фациальную принадлежность пород.
9. Соединить одновозрастные границы слоев.
10. Для построения профилей предлагается использовать приведенные ниже

варианты заданий (таблицы 15.1,15.2).

Таблица 15.1. Описание разрезов скважин

№ скв/ Альт устья, м	№ сло я	Индекс возраста и генетическог о типа	Описание пород	Толщина слоя, м	Альт. Подошвы слоя,м
1/129	1	pQ ₂	Суглинки с обломками щебня	6	123
	2	gQ ₂	Суглинки валунные	5	118
	3	f Q ₂	Пески светлые кварцевые	3	115
	4	gQ ₂	Суглинки валунные	2,5	112,2
	5	mC ₃	Известняки плотные белые	5,5	107
2./ 110	1	a Q ₄	Супеси,суглинки,пески	4	106
	2	a Q ₄	Пески косослоистые с гравием	8	98
	3	mC ₃	Известняки плотные белые	5	93
3/115	1	a Q ₃	Пески, суглинки , супеси	6	109
	2	a Q ₃	Пески косослоистые с гравием	3	106
	3	mC ₃	Известняки плотные белые	7	99
4/117,5	1	d Q ₄	Щебень суглинистый	1,5	116
	2	fQ ₂	Пески рыхлые кварцевые	18	98
	3	mC ₃	Известняки органогенные	3	95
5/122,5	1	gQ ₂	Суглинки валунные	4,5	118
	2	fQ ₂	Пески рыхлые кварцевые	3	115
	3	gQ ₂	Суглинки валунные	2,5	112,5
	4	m J ₃	Глины черные пластичные	5,5	107
	5	mC ₃	Известняки плотные белые	6	101
6/121,5	1	b Q ₄	Торф	0,5	121
	2	l Q ₃	Глины темно-серые	1,5	119,5
	3	gQ ₂	Суглинки валунные	3	116,5
	4	fQ ₂	Пески серые кварцевые	2	114,5
	5	m J ₃	Глины черные пластичные	5,5	109
	6	mC ₃	Известняки плотные светлые	4	105
7/122,5	1	g Q ₂	Суглинки валунные	4,5	118
	2	f Q ₂	Пески серые кварцевые	3	115
	3	g Q ₂	Суглинки валунные	2,5	112,5
	4	m J ₃	Глины черные плотные	4,5	108
	5	m C ₃	Известняки светлые крепкие	6	102
8/121,5	1	b Q ₄	Торф	0,5	121
	2	l Q ₃	Глины темно-серые, пластичные	1	120
	3	f Q ₂	Пески серые кварцевые	2	118
	4	gQ ₂	Суглинки валунные	3	115
	5	m J ₃	Глины черные плотные	5	110
	6	m C ₃	Известняки светлые крепкие	6	104
9/123	1	gQ ₂	Суглинки валунные	5	118
	2	f Q ₂	Пески серые кварцевые	3	115
	3	g Q ₂	Суглинки валунные	2,5	112,5
	4	m J ₃	Глины черные плотные	3	109,5
	5	m C ₃	Известняки светлые крепкие	4	105,5

№ скв/ Альт устья,м	№ сло я	Инде кс возраста и генетическо го типа	Описание пород	То лщина слоя, м	А льт. Подолвы слоя,м
10/129	1	pQ ₄	Суглинки с обломками щебня	6, 5	122,5
	2	f Q ₂	Пески серые кварцевые	4	118,5
	3	gQ ₂	Суглинки валунные	10	108,5
	4	m C ₃	Известняки желтовато- серые органогенные	6	102,5
11/122	1	gQ ₂	Суглинки валунные	8	11 4
	2	f Q ₂	Пески серые рыхлые	6	10 8
	3	gQ ₂	Суглинки валунные	4	10 4
	4	m C ₃	Известняки серые органогенные	7	97
12/117, 5	1	a Q ₃	Пески, суглинки , супеси	5	112,5
	2	a Q ₃	Галечники, гравийники песчанистые	5, 5	107
	3	f Q	Пески серые кварцевые	4, 5	102,5
	4	m C ₃	Известняки серые органогенные	5, 5	97
13/110	1	a Q ₄	Супеси,суглинки,пески	4	10 6
	2	a Q ₄	Гравелиты, пески	8	98
	3	m C ₃	Известняки серые плотные	4	94
14/109	1	b Q ₄	Торф	1	10 8
	2	a Q ₄	Косослоистые пески	2	10 6
	3	a Q ₄	Гравелиты, пески	8	98
	4	m C ₃	Известняки серые плотные	4	94
15/120	1	gQ ₂	Суглинки валунные	7, 5	112,5
	2	f Q ₂	Пески серые кварцевые	5	107,5
	3	m C ₃	Известняки серые органогенные	4, 5	103
16/119	1	f Q ₂	Пески серые кварцевые	2, 5	116,5
	2	gQ ₂	Суглинки валунные	4	112,5
	3	f Q ₂	Пески серые кварцевые мелкозернистые	2, 5	110
	4	m C ₃	Известняки серые	5,	104,5

			плотные	5	
--	--	--	---------	---	--

Таблица 15.2. Варианты заданий

№ варианта	№ скважин	№ вариант а	№№ скважин	№ вариан та	№№ скважин
1	1,2,3,4,5,6	7	14,16, 7, 6,5,3	13	1,4,7,10, 14,16
2	7,8,9,10,11, 12	8	6,5,4, 3, 2, 1	14	10, 13, 16, 8, 9,11
3	13, 14,15,16, 8, 5	9	12, 11, 10, 9, 8, 7	15	15,14, 16, 2,3,10
4	1, 3, 5, 7, 9, 11	10	5, 8, 16, 15, 14, 13	16	13, 15, 11, 9, 8, 6
5	13, 15, 14,1,3,2	11	2, 3, 1, 15, 14,13	17	16,15,14, 8, 9,10
6	2,4,6,8,10, 12	12	12, 10, 8, 6, 4, 2	18	13, 12, 11, 14, 15, 16

Контрольные вопросы

- 1.Каким образом выбираются линии профилей?
- 2.Как выбираются горизонтальный и вертикальный масштаб профилей?
3. Каким образом строится топографический профиль поверхности земли по заданному направлению?
- 4.Как строится шкала абсолютных отметок?

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
2. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб. пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №34

АНАЛИЗ ЛИТОФАЦИАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Тема (12): Основные методы фациального анализа.

Цель. Научить студентов правильно оценивать по профилям литофациальные особенности территории.

Актуальность. Научить студентов анализировать литофациальные профили – актуальная задача, поскольку профили используются для оценки литофациальных критериев нефтегазоносности.

Теоретическая часть. Изучение осадочных пород в полевых условиях позволяет установить лишь общие черты их стратиграфического расчленения, вещественного состава, структуры и текстуры. Лабораторное изучение уточняет, заполняет все пробелы, имевшиеся при полевых исследованиях. Лабораторные исследования при фациально-палеогеографическом картировании проводятся по трем основным направлениям: 1) по корреляции разрезов, 2) по изучению вещественного состава осадочных пород и 3) по установлению условий формирования осадочных пород.

Корреляция разрезов ведется по следующим данным:

- а) путем изучения спор и пыльцы;
- б) по наличию фауны и флоры;
- в) при помощи определения абсолютного возраста;
- г) путем определения палеомагнитных характеристик пород;
- д) по данным каротажных работ;
- е) по различным петрографическим, минералогическим, спектрально-геохимическим и др. характеристикам вещественного состава пород.

При изучении вещественного состава, структуры, текстуры и цемента пород проводятся следующие виды анализов:

- а) минералого-петрографический в шлифах;
- б) гранулометрический;

- в) иммерсионный;
- г) магнитное разделение минералов;
- д) шлиховой;
- е) спектральный;
- ж) люминисцентный;
- з) химический;
- и) исследование нерастворимого остатка.

При изучении условий образования осадочных пород работы ведутся по следующим направлениям:

- а) определяются область сноса и направление переноса материала;
- б) проводится изучение древнего рельефа;
- в) изучается геохимическая среда осадконакопления;
- г) устанавливается положение береговой линии;
- д) изучается климат прошлых геологических эпох;
- е) изучаются биоценозы.

При фациально-палеогеографических исследованиях составляются графики, схемы и карты, которые являются не только средством изображения результатов, но и одним из методов проведения исследований.

Задания.

Прежде чем проводить границы слоев на разрезе, следует восстановить в общих чертах доступную нам историю геологического развития изучаемого участка.

Сделав исторический анализ, на разрезе необходимо провести возрастные границы, то есть выделить площади с одноименными индексами. Увязывая все разрезы, попадающие на профиль, можно получить картину изменений литологического состава и условий образования пород, залегающих на данной территории. На законченных литолого-фациальных профилях соответствующими условными обозначениями следует нанести горизонты, различающиеся по условиям образования, и литологию пород.

Горизонтальный масштаб берется, как правило, в несколько раз меньше, чем вертикальный. Примите масштабы: горизонтальный 1:2000, а вертикальный 1:200.

Контрольные вопросы

1. Как проводятся возрастные границы?
2. Как принимается горизонтальный масштаб?

Список литературы

1. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
2. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб. пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №35

ГЕОМЕТРИЯ ТЕЛ ПЕСЧАНЫХ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель. Ознакомить студентов с формами распространения песчаных тел в природе.

Актуальность. Изучение формы осадочных тел, изменение мощности, взаимоотношение с окружающими образованиями, характер распространения по площади имеют большое значение в фациальном анализе.

Теоретическая часть. Большое значение в фациальном анализе придается изучению формы осадочных тел, изменению мощности, взаимоотношению с окружающими образованиями, характеру распространения по площади. Осадочные толщи слагают тела разнообразных размеров и формы. Некоторые из них залегают как пластовые тела, образовавшиеся при выпадении осадка из суспензии, другие образуются при латеральном наращивании или в процессе осадконакопления. Некоторые тела образуются из потоков, имеющих ограниченное развитие (например, временных), или из обломков турбидитных потоков. Распространение определенных отложений ограничено их близостью к области размыва и они формируют наземные или субаквальные конусы. Распространение других тел ограничено по разным причинам и их накопление приурочено к определенным участкам, например, образование шнурковых отложений связано с руслами рек или береговыми линиями.

Однако часть осадочных тел представляет собой механические или химические накопления пород, форма которых косвенно связана или вообще не связана с обстановкой. Сюда относятся такие органические постройки, как рифы и банки, форма и размещение которых являются результатом взаимодействия и влияния на сообщества организмов климата, гидрологии бассейна и рельефа морского дна.

Незначительное число небольших по размеру и редких тел осадочных пород аналогично по форме телам интрузивных изверженных пород и представляет собой, по сути дела, дайки, соляные «купола», или штоки.

Геоморфологический элемент может полностью совпадать с осадочным телом или ограничивать его, как, например, в случае рифов или дюн. С другой стороны, некоторые геоморфологические сложно построенные элементы состоят из нескольких самостоятельных осадочных тел. Это наблюдается, например, в дельтах, в которых встречаются многие разновидности песчаных тел различного происхождения.

Песчаники чаще всего накапливаются в виде локальных, четко выраженных образований, глинистые осадки преимущественно формируются в спокойной водной среде и распространены на обширных площадях.

Формы распространения песчаных тел по площади имеют различные очертания.

Существует по меньшей мере четыре основных типа форм песчаных тел и ряд производных от них изометричные, имеющие отношение длины к ширине примерно 1:1; линзовидные (овальные) - с отношением длины к ширине не более 3; лентовидные (шнуровидные, линейно вытянутые) - отношение длины к ширине составляет более 3 и может достигать 20:1 и более; дендроидные (ветвистые, неправильные) - извилистые, имеющие ответвления. Такие формы свойственны, главным образом, простым песчаным телам. Сложно построенные песчаные тела имеют в плане более сложную конфигурацию. Так, изометрические изолированные тела, располагаясь в плане друг за другом, могут образовывать вытянутые цепочки. Соприкасающиеся песчаные тела в плане могут залегать кулисообразно; линейно вытянутые тела могут иметь раздувы, сужения, образовывать петли, разветвляться, образуя сложные системы, занимающие большие площади.

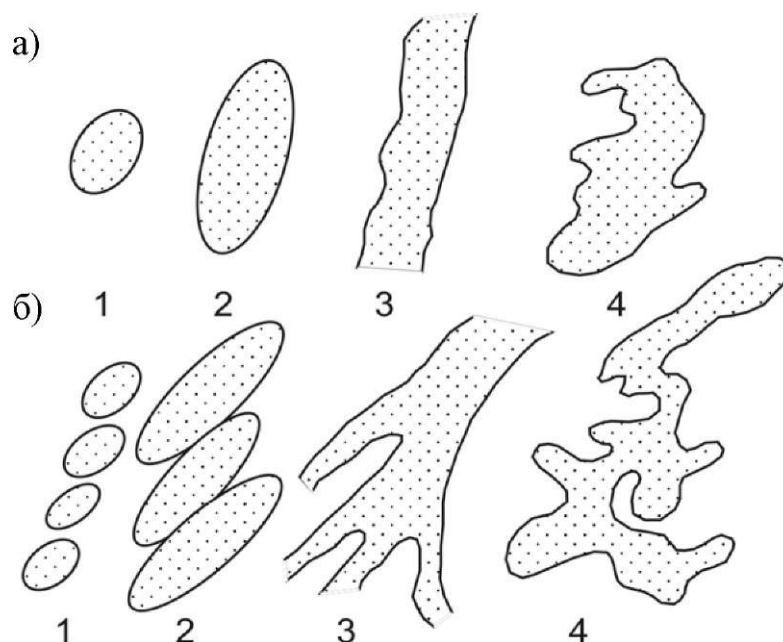


Рис.17.1 - Основные формы распределения песчаных тел по площади, по В. С. Муромцеву, 1984 Песчаные тела: а - простые; б - сложные; 1 - изометрические; 2 - овальные; 3 - линейно-вытянутые; 4 - неправильные

Форма **поперечного сечения** связана с особенностями накопления осадков в тех или иных условиях. Выделяются шесть основных типов поперечного сечения: линзообразно-изогнутые, линзообразно-вогнутые, пластообразно-вогнутые, линзообразно-двояковыпуклые, линзообразно-выпуклые, пластообразно-выпуклые

Кроме того, формы поперечного сечения могут быть симметричными и асимметричными, а также осложнены зубчатостью с одной или двух сторон (одно- и двустороннезубчатые). Перечисленные формы поперечных сечений характерны для простых тел, однако, в практике нефтепоисковых работ часто имеют дело с песчаными телами сложного строения, т.е. состоящими из нескольких простых тел. В таких случаях иногда бывает необходимо установить не только форму песчаного тела, но и взаимосвязь составляющих его простых тел. Это особенно важно для выявления направлений изменения по площади условий осадконакопления (направления смещения русел рек, миграции береговых линий древних водоемов и т.д.).

Среди сложно построенных песчаных тел выделяется четыре основные группы, различающиеся по характеру сочленения составляющих их простых песчаных тел: изолированные - группа песчаных тел, залегающих среди глинистых пород - экранов и не соприкасающихся друг с другом; прилегающие - группа песчаных тел, резко смещенных по горизонтали и прилегающих друг к другу своими боковыми частями; соприкасающиеся - группа песчаных тел, залегающих друг над другом и

соприкасающихся своими поверхностями, иногда со следами размыва; вложенные - группа песчаных тел, вложенных в результате размыва друг в друга .

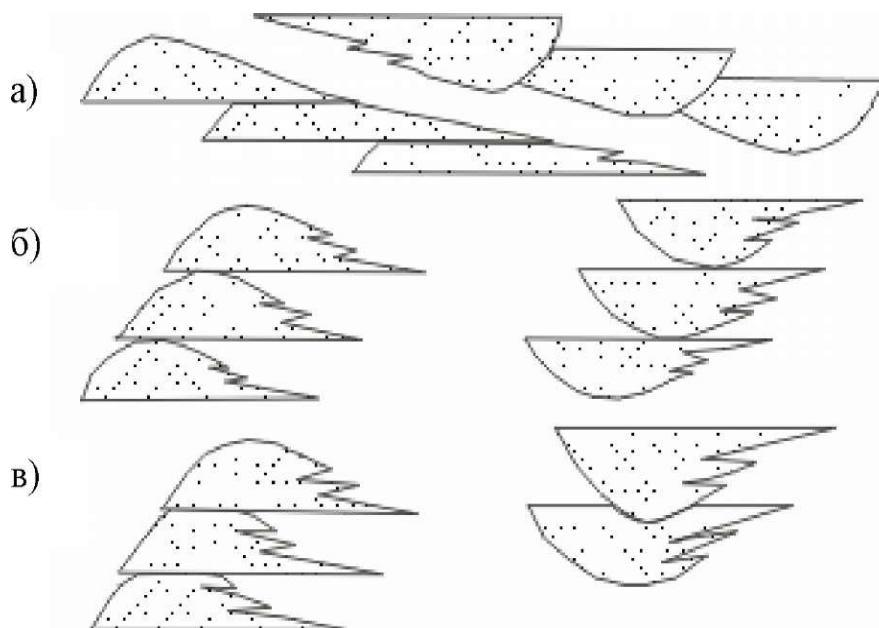


Рис. 17.2 - Характер сочленения сложно построенных линзообразно-выпуклых и линзообразно-вогнутых односторонне зубчатых тел, по В. С. Муромцеву, 1984:

а - прилегающие; б - соприкасающиеся нижней поверхностью; в - вложенные

Такие сложно построенные песчаные тела, широко развитые в аллювиальных, прибрежно-морских и дельтовых отложениях, являются хорошими коллекторами и могут аккумулировать значительное количество углеводородов.

Глинистые отложения - экраны, формирующиеся преимущественно в пониженных участках рельефа, имеют, как правило, линзообразно-вогнутые и пластообразно-вогнутые формы поперечных сечений.

Форма **продольного сечения** песчаных тел устанавливается с большим трудом, чем поперечного. Это связано с трудностями прослеживания песчаных тел, простирающихся на большие расстояния. Однако в ряде случаев, особенно в хорошо разбуренных районах, установление характера продольного сечения позволяет более полно охарактеризовать морфологию песчаных тел и более уверенно прогнозировать их в пределах слабоизученных территорий.

Среди форм продольных сечений песчаных тел выделяются следующие: линзообразно-выпуклые, линзообразно-вогнутые, четковидно-линзообразно-выпуклые, четковидно-линзообразно-двояковыпуклые, четковидно-линзообразно-вогнутые, пластообразные, линзообразно-двояковыпуклые, линзообразно-изогнутые.

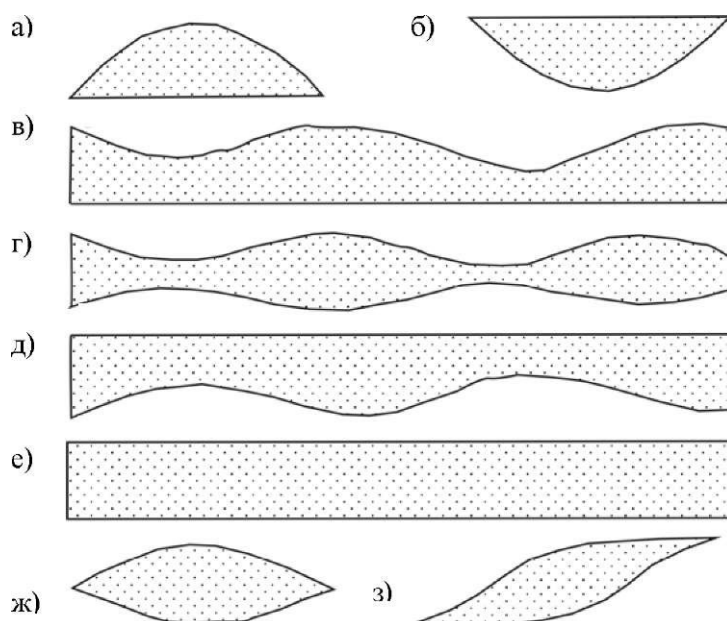


Рис. 17.3 - *Формы продольных сечений песчаных тел, по В. С. Муромцеву, 1984: а - линзообразно-выпуклая; б - линзообразно-вогнутая; в - четковидно- линзообразно-выпуклая; г - четковидно- линзообразно-двояковыпуклая; д - четковидно- линзообразно-вогнутая; е - пластообразная; ж - линзообразно-двояковыпуклая; з - линзообразно-изогнутая*

Выявление **фациальных контактов и переходов** обусловлено сложным сочетанием комплексов отложений, которые закономерно сменяют друг друга в пространстве. Для фациального анализа имеет значение характер изменения генетических типов в горизонтальном на- направлении (зоны выклинивания конкретных осадочных тел) и в вертикальной последовательности. Между слоями пород различают постепенный переход, отчетливый и резкий контакты и контакт размыва.

Постепенный переход от породы к породе (главным образом, по гранулометрическому признаку) характеризует постепенное усиление или ослабление динамики водной среды и таким образом дает представление об общей смене обстановки осадконакопления на определенном отрезке времени. В породе одного состава может постепенно появляться примесь материала другого; кверху количество нового материала увеличивается и, наконец, он целиком вытесняет осадок, которым сложен предыдущий слой (рис. 17.4 а). Иногда постепенный переход выражается в чередовании слоев разного гранулометрического состава с постепенным увеличением мощности слоев какой-либо однородной породы до сплошного ее развития (рис. 17.4 б).

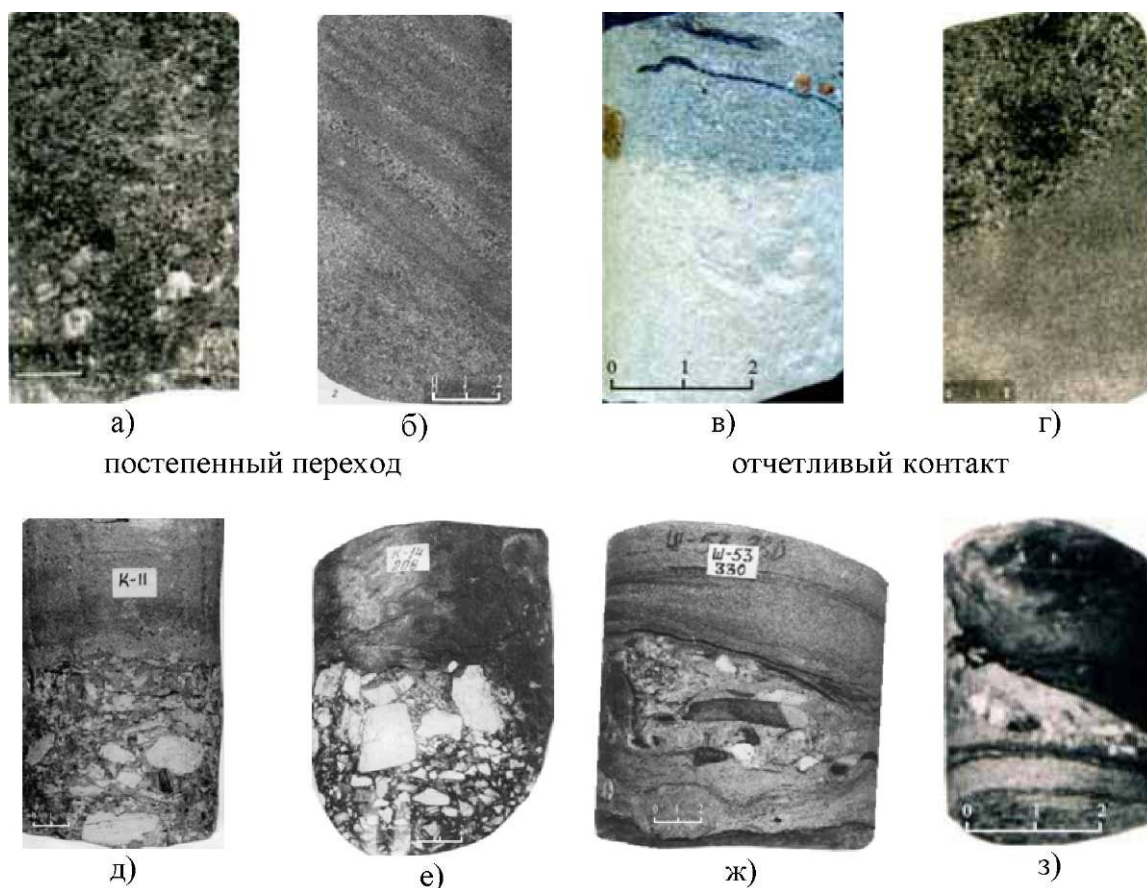


Рис. 17.4 - Фациальные переходы и контакты: а, б, г - юра Южно-Якутского бассейна; в, д, з - юра юго-востока Западной Сибири, авторская коллекция

Отчетливый контакт обычно разделяет два слоя, близких по структуре: крупно- и среднезернистый песчаник (рис. 17.4 в, г), песчаник и алевролит. Такой контакт обозначает быстрое изменение условий осадконакопления, хотя само изменение и незначительно.

Резкий контакт отмечается между слоями, сильно различающимися по крупности зерна, например, конгломерат или брекчия и глина (рис. 17.4 д, е), песчаник и уголь. Этот контакт указывает на быструю и резкую смену условий.

Контакт размыва характеризуется неровной извилистой линией, наличием галек, окатышей и других свидетельств срезания и переотложения нижележащих пород (рис. 17.4 ж, з).

Задания.

Прежде чем проводить границы слоев на разрезе, следует восстановить в общих чертах доступную нам историю геологического развития изучаемого участка.

Сделав исторический анализ, на разрезе необходимо провести возрастные границы, то есть выделить площади с одноименными индексами. Увязывая все разрезы, попадающие на профиль, можно получить картину изменений литологического состава и

условий образования пород, залегающих на данной территории. На законченных литолого-фациальных профилях соответствующими условными обозначениями следует нанести горизонты, различающиеся по условиям образования, и литологию пород.

Горизонтальный масштаб берется, как правило, в несколько раз меньше, чем вертикальный. Примите масштабы: горизонтальный 1:2000, а вертикальный 1:200.

Контрольные вопросы

7. Какое значение имеет морфология осадочных тел?
8. Назовите основные формы песчаных тел в плане.
9. Какие типы фациальных контактов Вы знаете?

Список литературы

3. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
4. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб. пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнющина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №36 **ГЕОМЕТРИЯ ТЕЛ КАРБОНАТНЫХ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД**

Тема (7): Лабораторные методы исследования осадочных пород.

Цель. Ознакомить студентов с формами распространения карбонатных тел в природе.

Актуальность. Изучение формы осадочных тел, изменение мощности, взаимоотношение с окружающими образованиями, характер распространения по площади имеют большое значение в фациальном анализе.

Теоретическая часть. Геометрия карбонатных тел в целом изучена гораздо слабее, чем геометрия песчаных тел. Это частично объясняется тем, что на каротажной диаграмме легче отделить песчаники от глин, чем карбонатный песчаник от микрозернистого известняка. Другими словами, каротажные диаграммы не позволяют различать какой-либо особый тип известняков от окружающих карбонатных пород.

Исследования современных и ископаемых *органогенных построек* позволяют выделить типы органогенных сооружений, размеры и форму карбонатных тел. Органогенной постройкой, согласно этим работам, называется обособленное массивное

карбонатное тело, образованное скелетными остатками колониальных организмов, нараставших один на другой, захороненных на месте роста и создававших устойчивый каркас. Внутри каркаса накапливались генетически связанные с ним карбонатные осадки, что приводило к образованию особых участков морского дна со своими биоценозом и особым комплексом осадков, возвышающихся и отличающихся от окружающих участков. Генетически связанные с органогенной постройкой осадки могут наиболее часто накапливаться не только внутри постройки, но и по её периферии.

Ведущим обязательным признаком в приведенном определении является наличие изначально жесткого каркаса. Эта особенность отличает все органогенные постройки от морфологически сходных с ними образований - слоев и линз коралловых, водорослевых, строматолитовых известняков, линз ракушняков (намывы, устричные, брахиоподовые банки и т. д.), аккумулятивных кос, баров, сложенных карбонатными обломочными породами, и др.

Классификация органогенных построек приведена на рис. 18.1.

Биостромы (I) - пластообразные органогенные постройки. Образуют как самостоятельные тела, так и входят в состав сложных органогенных сооружений. Мощность отдельных биостромов составляет обычно доли метра, реже первые метры; площадь распространения может достигать десятков километров.

Биогермы (II) - представляют собой простые тела, форма которых близка к изометрической, а в составе преобладают непеременные скелетные остатки каркасообразующих организмов. Размеры этих построек колеблются обычно от 1 до 10 м. *Биостромные массивы (III)* - сложены преимущественно отдельными биостромами, налегающими друг на друга или разделенными слоями осадочных пород. В поперечном разрезе биостромные массивы имеют обычно вид пластообразных тел мощностью до сотен метров. Площадь, занятая биостромными массивами, значительна: это полосы вдоль тектонических уступов, иногда неправильной формы поля, отвечающие палеоподнятиям или оконтуривающие их.

Биогермные массивы (IV) - представляют собой сложные постройки, состоящие из нарастающих один на другой биогермов или биостромов и сопутствующих, преимущественно органогенно- детритовых пород, образующихся за счет разрушения биогермообразователей.

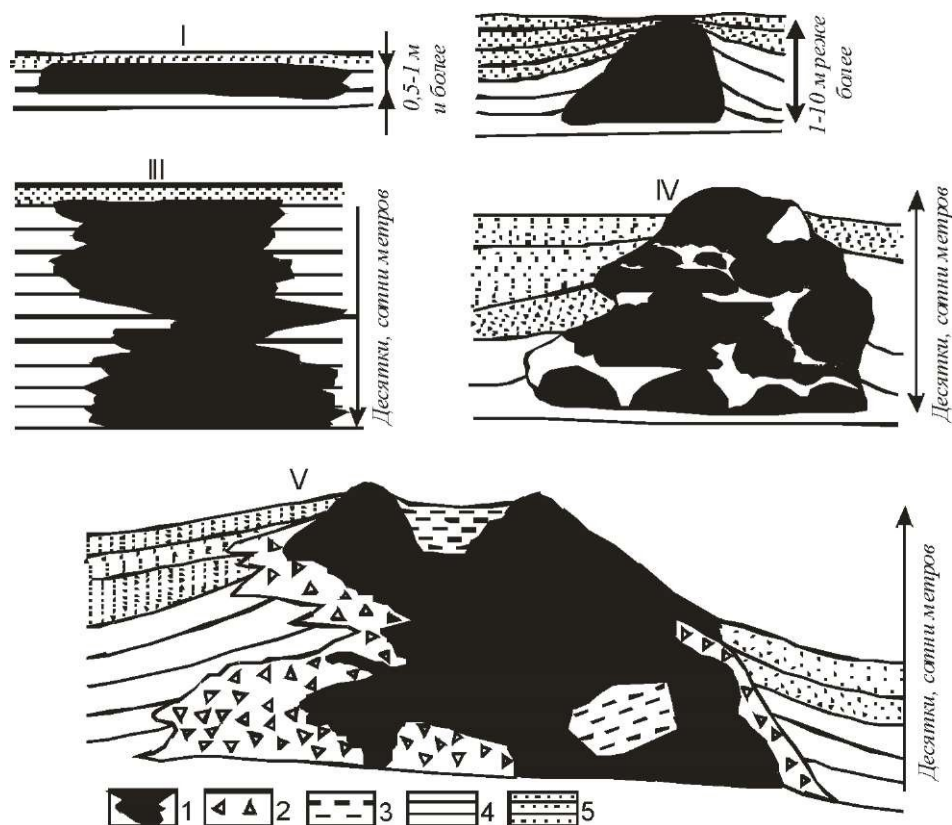


Рис.18.1 - Типы органогенных построек, по Н.Н. Предтеченскому из с изменениями: I, II - простые постройки (I - биостром, II - биогерм); III - V - сложные органогенные массивы (III - биостромный, IV - биогермный; V - рифовый); 1 - биогермные известняки; 2 - органогенно-обломочные известняки - отложения шлейфов; 3 - отложения лагун; 4 - отложения, одновозрастные с органогенной постройкой; 5 - более молодые отложения

В них отсутствуют брекчии, хемогенные лагунные осадки и другие признаки крайнего мелководья и волноломных структур. Размеры биогермных массивов колеблются от десятков до сотен метров. Преобладающей формой является куполовидная, хотя встречаются и тела прихотливых, неправильных очертаний.

Рифовые массивы (V) - являются наиболее сложнопостроенными органогенными сооружениями, в строении которых помимо биогермного массива (рифовое ядро) большую роль играют генетически связанные с ним осадочные отложения лагуны и крутопадающие слои рифового шлейфа, сложенные продуктами разрушения органогенного каркаса. В отличие от других типов построек, рифы всегда значительно возвышаются над окружающими донными осадками и характеризуются быстрым ростом. Границы рифового массива обычно проводятся по контурам распространения брекчий биогермных пород, непосредственно примыкающих к рифовому ядру.

Размеры рифовых тел колеблются от мелких построек, таких как серпуловые стяжения и строматолитовые шары диаметром около 1 м, до громадных рифовых массивов, протяженность которых измеряется сотнями метров и более. Рифовое тело обычно имеет плоское основание и выпуклую кровлю и, как отмечалось ранее, окружено крутопадающими слоями на крыльях. В плане форма большинства рифов округлая, хотя часть из них могут быть вытянутыми. Отдельные постройки бывают слегка асимметричные, что указывает на господство ветров преобладающего направления.

К *карбонатным холмам и банкам* относятся ограниченные карбонатные биогермы. Наиболее известными из них являются изолированные скопления криноидных известняков мощностью до 122 м среди обломочных пород, описанные Ф.Дж. Петтиджоном.

Некоторые холмы сложены *массивными карбонатными илистыми* отложениями. Они имеют плоскую подошву и выпуклую кровлю, непостоянную мощность, достигающую первых десятков метров. Они образуются там, где скопления морской растительности отражали течения.

Соляные купола представляют собой почти вертикальные цилиндрические штоки соли от 0,8 до 3,2 км в диаметре. Слои, через которые происходила инъекция соли, деформированы, имеют опрокинутое падение по отношению к штоку, нередко - вертикальное. Они заметно уменьшаются в мощности при приближении к соляному штоку.

В соляных куполах устанавливаются сложные системы мелких складок и других внутренних структур, образующихся при течении соли в момент внедрения.

Образование соляных куполов связано с гравитационной неустойчивостью, возникающей при накоплении осадков большей плотности, чем подстилающая соль. Пластичная соль всплывает в виде конвекционной колонны. Покрышка соляных куполов представляет собой скопление нерастворимых компонентов, выпадающих из концентрированных рассолов в кровле растущего соляного столба.

Задания.

Прежде чем проводить границы слоев на разрезе, следует восстановить в общих чертах доступную нам историю геологического развития изучаемого участка.

Сделав исторический анализ, на разрезе необходимо провести возрастные границы, то есть выделить площади с одноименными индексами. Увязывая все разрезы, попадающие на профиль, можно получить картину изменений литологического состава и

условий образования пород, залегающих на данной территории. На законченных литолого-фациальных профилях соответствующими условными обозначениями следует нанести горизонты, различающиеся по условиям образования, и литологию пород.

Горизонтальный масштаб берется, как правило, в несколько раз меньше, чем вертикальный. Примите масштабы: горизонтальный 1:2000, а вертикальный 1:200.

Контрольные вопросы

1. Какие формы распространения карбонатных тел по площади Вы знаете?
2. Что такое биостромные и биогермные массивы и чем они отличаются?
3. Назовите главные особенности рифовых массивов.
4. Как образуются соляные купола?

Список литературы

5. Прошляков, Б. К. Литология и литологофациальный анализ : учебник для вузов / Б. К. Прошляков, В. Г. Кузнецов. - М. : Недра, 1981. - 284 с. - Библиогр.: с. 283-284
6. Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб. пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по организации и проведению самостоятельной работы по дисциплине

ЛИТОЛОГИЯ

Специальность

21.05.02 Прикладная геология

Специализация

Геология месторождений нефти и газа

Содержание

ВВЕДЕНИЕ

- 1** Общая характеристика самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Литология»
- 2** Методические рекомендации по изучению теоретического материала....
- 3** Методические рекомендации по организации работы с литературой
- 4** Методические указания по подготовке к экзамену
Список рекомендуемой литературы

ВВЕДЕНИЕ

Современные стандарты подготовки специалистов предусматривают значительный объем внеаудиторной работы. Освоение программы курса предполагает получение, как теоретических знаний, так и формирование навыков практической работы. Поэтому самостоятельная работа в рамках курса ориентирована как на теоретический, так и на практический аспект.

Самостоятельная работа студентов – это выполнение теоретических и практических заданий студентами по усвоению изучаемой дисциплины «Литология».

Дидактические цели самостоятельных занятий:

- формирование профессиональных умений;
- формирование умений и навыков самостоятельного умственного труда;
- мотивирование регулярной целенаправленной работы по освоению специальности;
- развитие самостоятельности мышления;
- формирование убежденности, волевых черт характера, способности к самоорганизации;
- овладение технологическим учебным инструментом.

Самостоятельная работа включает те разделы курса, которые не получили достаточного освещения на лекциях по причине ограниченности лекционного времени и большого объема изучаемого материала.

Методическое обеспечение самостоятельной работы дисциплине состоит из:

- 1) Определения учебных вопросов, которые студенты должны изучить самостоятельно;
- 2) Подбора необходимой учебной литературы, обязательной для проработки и изучения;
- 3) Поиска дополнительной научной литературы, к которой студенты могут обращаться по желанию, если у них возникает интерес в данной теме;
- 4) Определения контрольных вопросы, позволяющих студентам самостоятельно проверить качество полученных знаний;
- 5) Организации консультаций преподавателя со студентами для разъяснения вопросов, вызвавших у студентов затруднения при самостоятельном освоении учебного материала.

Самостоятельная работа студента – это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение собственной информации и ее логическая переработка;
- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля

1 Общая характеристика самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Литология»

Цель данной дисциплины - дать студентам знания о законах внутреннего строения и внешней формы, химического состава кристаллов и условий их образования; приобрести знания о классах и группах минералов, их физических и химических

свойствах, процессах минералообразования, закономерностях распространения в земной коре, а также об их практическом применении.

- освоение студентами основных особенностей состава, строения и физических свойств минералов;
- изучение условий образования, изменения и разрушения, закономерностей распространения в земной коре минералов;
- изучение методов практического применения природных химических соединений минералов и их агрегатов.

1. Цели и задачи самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитию исследовательских умений.

Целью самостоятельной работы студентов по дисциплине «Литология» является формирование профессиональной компетентности будущего инженера геолога.

Задачи самостоятельной работы студентов:

- овладение теоретическими знаниями, связанными с характеристикой осадочных горных пород (ОГП), условиями их образования и преобразования;
- овладение профессиональным умением лабораторного изучения ОГП;
- формирование опыта собственной поисковой, творческой, научно-исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального (в том числе научного) уровня.

Основными видами самостоятельной учебной деятельности студентов являются:

- 1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, в том числе и к тем, на которых будет изучаться новый, незнакомый материал.
- 2) своевременная доработка конспектов лекций;
- 3) подбор, изучение, анализ и при необходимости – конспектирование рекомендованных источников по учебным дисциплинам;
- 4) выяснение наиболее сложных, непонятных вопросов и их уточнение во время консультаций;
- 5) подготовка к контрольным занятиям и экзамену;
- 6) систематическое изучение периодической печати, научных монографий, поиск и анализ дополнительной информации по учебным дисциплинам.

На самостоятельную работу по дисциплине «Литология» отводится 67,5 астрономических часов.

Виды самостоятельной работы по дисциплине «Литология» могут быть разделены на основные (аудиторные) и дополнительные (внеаудиторные).

Основные виды самостоятельной работы выполняются в обязательном порядке с последующим контролем результатов преподавателем, который проводит практические занятия в студенческой группе.

Дополнительные (внеаудиторные) виды самостоятельной работы выполняются по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Дополнительные виды самостоятельной работы по дисциплине «Литология» рекомендуются тем студентам, которые наиболее заинтересованы в изучении этой дисциплины.

К основным (обязательным) видам самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины относятся:

- а) самостоятельное изучение теоретического материала;
- б) подготовка к практическим занятиям;
- в) подготовка к лабораторным работам
- г) подготовка к экзамену.

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла.

2 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельное изучение теоретического материала по дисциплине «Литология» предусмотрено на всём протяжении курса. Такая работа сопровождает лекционные, практические и лабораторные занятия, промежуточный и итоговый контроль, и в то же время является отдельным видом самостоятельной работы студента.

Источниками для самостоятельного изучения теоретического курса по дисциплине «Литология» выступают:

- учебники по предмету;
- курсы лекций по предмету;
- учебные пособия по отдельным темам;
- научные статьи в периодической геологической печати и рекомендованных сборниках;
- научные монографии.

В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемых тем, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студентов к практическим занятиям.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий. Отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попробуйте найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам. Умение студентов быстро и правильно подобрать литературу, необходимую для выполнения учебных заданий и научной работы, является залогом успешного обучения. Самостоятельный подбор литературы осуществляется при подготовке к семинарским, лабораторным занятиям, при написании курсовых работ, научных рефератов.

Выполнение СРС на занятиях с проверкой результатов преподавателем позволяет студентам усваивать изучаемый материал более глубоко, меняется отношение к лекциям, так как без понимания теории предмета, без хорошего конспекта трудно рассчитывать на

успех в решении заданий. Это улучшает посещаемость как практических, так и лекционных занятий.

При подготовке к лекциям-беседам тема сообщается студентам заранее. Участники дискуссии делятся на группы по 8 человек, в течение 10—15 мин подготавливают свой вариант решения проблемы. Следующим этапом дискуссии является выступление представителей от каждой группы из 8 человек и защиты своего варианта решения. В конце общего обсуждения ведущий подводит итоги дискуссии, дает оценку совместно найденного варианта решения.

3 Методические рекомендации по организации работы с литературой

Изучение и анализ литературных источников является обязательным видом самостоятельной работы студентов. Изучение литературы по избранной теме имеет своей задачей проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, аргументацию их выводов и обобщений, провести анализ и систематизировать полученный материал на основе собственного осмысления с целью выяснения современного состояния вопроса.

Проработка отобранного материала обязательно должна идти с одновременным ведением записей прочитанного и своих замечаний. Запись может иметь как форму конспекта, так и выписок, а также картотеку положений, тезисов, идей, методик, что в дальнейшем облегчит классификацию и систематизацию полученного материала. Такого рода записи являются лучшим способом накопления и первичной обработки материал, одной из обязательных форм организации умственного труда.

Планом удобно пользоваться при подготовке к устному выступлению по выбранной теме. Каждый пункт плана должен раскрывать одну из сторон избранной темы, а весь план должен охватывать ее целиком.

Тезисы предполагают сжатое изложение основных положений текста в форме утверждения или отрицания. Они являются более совершенной формой записей и представляют основу для дискуссии. К тому же их легко запомнить.

Аннотация – краткое изложение содержания – дает общее представление о работе.

Резюме кратко характеризует выводы, главные итоги источника.

Конспект является наиболее распространенной формой ведения записей. Основную ткань конспекта составляют тезисы, дополненные доказательствами и рассуждениями. Конспект может быть текстуальным, свободным или тематическим. Текстуальный представляет собой цитатник с сохранением логики работы и структуры текста. Свободный конспект основан на изложении материала в том порядке, который более удобен автору. В этом смысле конспект представляет собирание воедино мыслей, разбросанных по всей книге. Тематический конспект может быть составлен по нескольким источникам, где за основу берется тема, интерпретируемая по-разному.

Экономия времени дает использование при записях различного рода сокращений, аббревиатуры и т.д. многие используют для регистрации исследуемых тем систему карточек. Преимущество карточек в том, что тема там излагается очень сжато, и они очень удобны в использовании, т.к. их можно разложить на столе, перегруппировать и без труда найти искомую тему.

4 Методические указания по подготовке к экзамену

Перед экзаменом студенту необходимо полностью завершить лабораторные работы. При наличии задолженностей по текущей аттестации по данной дисциплине студент к экзамену не допускается. Экзамен по дисциплине предусмотрен в устной форме по билетам. Вопросы для подготовки к экзамену, типовые задачи.

Вопросы для проверки уровня обученности. Курсивом выделены вопросы повышенного уровня

Форма проведения экзамена – устный опрос.

Вопросы к экзамену:

1. Содержание курса, его значение и связь с другими дисциплинами.
2. Состав и строение осадочных пород,
3. *Принципы и схемы классификации осадочных пород .*
4. Главные составные части осадочных пород
5. Стадии осадочного породообразования.
6. Обстановки осадконакопления.
7. Стадия седиментогенеза.
8. *Осадочная дифференциация вещества. Виды осадочной дифференциации.*
9. *Стадия диагенеза*
10. Влияние климата на литогенез и строение осадочных толщ.
11. *Типы литогенеза по Н.М. Страхову.*
12. *Влияние тектоники на литогенез*
13. Стадия катагенеза, факторы, движущие силы.
14. Основные процессы катагенеза.
15. Стадия метагенеза.
16. Стадия гипергенеза.
17. Характеристика основных типов осадочных горных пород
18. Обломочные породы,
19. Пирокластические породы,
20. Глинистые породы.
21. Хемогенные и биогенные породы.
22. Методы исследования осадочных пород
23. *Методы графической обработки аналитических данных.*
24. Осадочные фации. Понятия, определения.
25. Характеристика основных групп фаций.
26. *Фации, благоприятные для формирования нефте- и газоматеринских отложений, пород-коллекторов и флюидоупоров.*
27. Условия, благоприятные для формирования месторождений-гигантов.
28. *Принципы фациального анализа*
29. *Основные методы фациального анализа*
30. Генетическое значение текстур осадочных пород
31. Генетическое значение структур осадочных пород
32. Генетическое значение фауны осадочных пород
33. Генетическое значение формы тел осадочных пород
34. Фации и тектоника. Связь фаций с тектоническими движениями.
35. Осадочные формации. Понятие о формациях и формационном анализе.
36. Характеристика формаций различных типов.
37. Осадочные формации и нефтегазоносность.
38. Характеристика пород-коллекторов.
39. Формирование порового пространства в обломочных породах.
40. *Формирование пустотного пространства в карбонатных породах.*
41. Коллекторы в глинистых, кремнистых и магматических породах
42. Характеристика пород-флюидоупоров
43. *Характер изменения пород-коллекторов и флюидоупоров на больших глубинах*

Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические компетенции сформированы, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает

материал курса, умеет увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе дополнительный материал, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Если студент обладает знанием вещественного состава пород; классификации пород; ассоциации, серии, формации горных пород; условий образования и закономерностей размещения горных пород, умеет производить грамотное и детальное изучение и описание горных пород в образцах и с помощью микроскопа, владеет способностью детального описания и изучения всех типов магматических и метаморфических пород, их породообразующих минералов, текстур и структур в образцах и с помощью микроскопа.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Если студент знает текстурно-структурные особенности магматических, метаморфических и осадочных пород, умеет определять магматические и метаморфические горные породы, владеет практическими навыками работы с микроскопом и методикой микроскопического изучения минералов и горных пород.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические компетенции в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных задач выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Если студент обладает знанием важнейших типов горных пород магматического, осадочного и метаморфического генезиса, их систематики, условий формирования, методов диагностики, владеет способностью обобщать и анализировать фондовые и опубликованные геологические, геохимические данные, умеет собирать и обрабатывать фондовую и опубликованную геологическую, геохимическую информацию.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному. Если он знает содержание и задачи общей петрографии, обладает умением определять оптические свойства минералов с помощью микроскопа, владеет способностью обобщать и анализировать полученные данные.

Список рекомендуемой литературы

Список литературы

Основная литература

Сианисян, Э.С. Петрофизические основы ГИС : учебное пособие для студентов направлений 130100 «Прикладная геология» и 130500.62 «Нефтегазовое дело» / Э.С. Сианисян, В.В. Пыхалов, В.В. Кудинов ; Южный федеральный университет, Астраханский государственный технический университет. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2013. - 124 с. - библиогр. с: С. 97-98. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241169>

Дополнительная литература

- Малиновский, Ю. М. Нефтегазовая литология : учебное пособие / Ю. М. Малиновский. - Москва : РУДН, 2009. - 214 с.
- Добровольский, В. В. Геология. Минералогия, динамическая геология, петрография : учебник для вузов / В. В. Добровольский. - М. : ВЛАДОС, 2009. - 320 с.
- Бурлин, Ю. К. Литология нефтегазоносных толщ : учеб.пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина. - М. : Недра, 1991. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 5-247-01495-2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению курсовых работ по дисциплине

ЛИТОЛОГИЯ

Специальность

21.05.02 Прикладная геология

Специализация

Геология месторождений нефти и газа

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

- 1 Цель, задачи и реализуемые компетенции
 - 2 Формулировка задания
 - 3 Структура работы
 - 4 Общие требования к написанию и оформлению работы
 - 5 Последовательность выполнения задания
 - 6 Критерии оценивания работы
 - 7 Порядок защиты работы
- Заключение
Список рекомендуемой литературы

Введение

ВВЕДЕНИЕ

При изучении литологических особенностей осадочных пород особое значение приобретает оптический метод исследований с помощью поляризационного микроскопа.

В методических указаниях приводится тематика курсовой работы, методика ее выполнения. Подробно описаны разделы, которые должна содержать курсовая работа и требования к ним. Перечислен список необходимых рисунков.

Базовой дисциплиной для курсовой работы является дисциплина «Литология»

1 Цель, задачи и реализуемые компетенции

Курсовая работа выполняется студентами специальности 21.05.02 «Прикладная геология» в 4 семестре после изучения дисциплины «Литология»

Цель: научить диагностировать минералы и горные породы с помощью поляризационных микроскопов, уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и делать выводы;

Для освоения дисциплины поставлены следующие задачи:

1. Дать основные представления об общей и частной классификации и номенклатуре осадочных пород, основных этапов формирования и преобразования осадочных пород, типах литогенеза и характерных для них типов пород.

2. Помочь студентам изучить характеристики пород, уметь определять и производить описание состава, структуры и текстуры горных пород макроскопически и с помощью микроскопа, производить простейшие литологические исследования пород, обобщать аналитические данные.

Микроскопические исследования минералов и горных пород являются трудоемким, но в то же время необходимым видом работ, который позволяет достаточно точно диагностировать изучаемые образцы и шлифы. Теоретические предпосылки выполнения работы довольно подробно освещаются в методических указаниях к лабораторным работам, которые могут использоваться для выполнения работы.

Всем студентам дается одна тема "Палеогидродинамические условия осадконакопления песчано-алевритовых пород

возраста _____ района (месторождения) по данным гранулометрического анализа". Варианты заданий выдаются по различным стратиграфическим единицам и различным месторождениям, чем достигается многовариантность работ.

Формулировка задания

Каждому студенту выдается индивидуальное задание: образцы песчано-алевритовых пород для лабораторного определения их гранулометрического состава и таблицы с данными гранулометрического анализа.

Порядок выполнения работы:

1. Провести лабораторное исследование гранулометрического анализа и карбонатности пород и полученные данные свести в таблицу 1.
2. Определить точное название пород.
3. Построить треугольную диаграмму гранулометрического состава и уточнить название пород.
4. По данным гранулометрического анализа построить кривые распределения и кумулятивные кривые в полу логарифмическом масштаба.
5. Определить гранулометрические коэффициенты (по Траску) и свести их в таблицу 3.
6. Построить графики гранулометрического состава на вероятностной шкале (по Вишеру).
7. Оценить по этим графикам обстановки осадконакопления каждого образца по методике Дугласа и свести данные таблицы 4, 5.
8. Используя гранулометрические коэффициенты Траска оценить обстановку осадконакопления по Фюхтбауэру и Мюллеру (4 или приложение 1) и данные свести в таблицу 6.
9. По графикам гранулометрического состава оценить обстановки осадконакопления по методике Вишера и свести данные в таблицы 5 и 6.
10. Построить графики изменения гранулометрических коэффициентов по разрезу (или схематические карты изменения их по площади) и выделить обстановки с различной гидродинамической активностью.

Полученные материалы использовать для составления курсовой работы, которая состоит из следующих разделов, перечисленных в структуре работы.

Структура работы

Курсовая работа состоит из введения, основной части (общий и специальный разделы), заключения, списка использованных источников.

Общий раздел является единым для всех тем курсовых работ. Специальный раздел содержат различные вопросы в зависимости от темы работы.

Курсовая работа должна содержать следующие разделы.

Содержание, представляющее собой перечень заголовков всех структурных элементов курсовой работы с указанием страниц, с которых они начинаются.

Введение, представляющее собой вводный текст, в котором характеризуется роль, значение и место дисциплины в структуре ООП,

1. ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

- 1.1 Факторы разноса обломочного материала в морских бассейнах.
- 1.2 Лабораторные методы исследования обломочных пород.

2 СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

- 2.1. Определение гранулометрического состава песчано-алевритовых пород методом Преображенского.
- 2.4 Графическое изображение данных гранулометрического анализа.

2.5 Гранулометрический состав песчано-алевритовых пород как показатель гидродинамической обстановки их осадконакопления.

2.6. Минералогический состав и карбонатность пород как показатели климатических условий, состава пород, дальности переноса и др.

2.7. Палеогидродинамическая обстановка осадконакопления песчано-алевритовых пород.

3. Заключение. Представить итоги выполнения курсовой работы.

Список используемой литературы

Общие требования к написанию и оформлению работы

В курсовой работе обязательно должны быть представлены рисунки: устройство микроскопа, ход лучей через призму николя, ход лучей через систему поляризатор – кристалл - анализатор, устройство компенсатора, типы погасания, типы спайности, форма зерен и другие рисунки, иллюстрирующие методику изучения оптических свойств минералов.

К курсовой работе прилагаются следующие таблицы:

1. Гранулометрический состав и карбонатность пород - таблица 1.
2. Гранулометрические коэффициенты по Траску - таблица 3.
3. Условия осадконакопления по Дугласу - таблица 4.
4. Гранулометрическое распределение и условия осадконакопления по Вишеру - таблица 5.
5. Сводная таблица условий осадконакопления - таблица 6. ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Графики

1. Кривые распределения.
2. Кумулятивные кривые.
3. Диаграмма - треугольник.
4. Кривые распределения по Вишеру.
5. Диаграмма Пассега
6. Графики распределения гранулометрических коэффициентов по разрезу или схематические карты изменения их по площади (в зависимости от данных).

Требования к компьютерному набору и оформлению: формат А4; кегль 14; шрифт Times New Roman; межстрочный интервал 1,5; нумерация страниц вверху справа; поля: верхнее - 2см., нижнее – 2см., левое – 3см., правое - 1,5см; абзацный отступ 1,25 см, выравнивание по ширине.

Рисунки и таблицы вставляются в тексте в нужное место. Ссылки в тексте на таблицы и рисунки обязательны.

Рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1 – Название) 14 кеглем, шрифт Times New Roman, абзацный отступ 1,25 см, выравнивание по ширине.

Таблицы нумеруются сверху (Таблица 1 – Название) 14 кеглем, шрифт Times New Roman, абзацный отступ 1,25 см, выравнивание по ширине. Текст внутри таблицы выполняется 12 кеглем, шрифт Times New Roman, выравнивание по ширине.

Последовательность выполнения задания

Выдача задания на курсовую работу проводится руководителем курсовой работы в конце первой недели занятий в 4 семестре (точнее на первом практическом занятии). Ход выполнения курсовой работы контролируется руководителем во время проведения консультаций.

Примерный календарный план выполнения курсовой работы выглядит следующим образом: общий раздел – 2 недели; специальный раздел – 10 недель; составление отчета приложений – 2 недели

Порядок выполнения работы:

1. Провести лабораторное исследование гранулометрического анализа и карбонатности пород и полученные данные свести в таблицу 1.
2. Определить точное название пород.
3. Построить треугольную диаграмму гранулометрического состава и уточнить название пород.
4. По данным гранулометрического анализа построить кривые распределения и кумулятивные кривые в полу логарифмическом масштаба.
5. Определить гранулометрические коэффициенты (по Траску) и свести их в таблицу 3.
6. Построить графики гранулометрического состава на вероятностной шкале (по Вишеру).
7. Оценить по этим графикам обстановки осадконакопления каждого образца по методике Дугласа и свести данные таблицы 4, 5.
8. Используя гранулометрические коэффициенты Траска оценить обстановку осадконакопления по Фюхтбауэру и Мюллеру (4 или приложение 1) и данные свести в таблицу 6.
9. По графикам гранулометрического состава оценить обстановки осадконакопления по методике Вишера и свести данные в таблицы 5 и 6.
10. Построить графики изменения гранулометрических коэффициентов по разрезу (или схематические карты изменения их по площади) и выделить обстановки с различной гидродинамической активностью.

Полученные материалы использовать для составления курсовой работы, которая состоит из следующих разделов, перечисленных в структуре работы.

Критерии оценивания работы

Оценка «отлично» выставляется студенту, если необходимые практические компетенции сформированы, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал курсового проекта, умеет увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе дополнительный материал, все предусмотренные заданием на курсовую работу учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные методическими указания к курсовой работе учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если необходимые практические компетенции в основном сформированы, большинство предусмотренных методическими указания к курсовой работе учебных задач выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части материала по курсовой работе, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет микроскопические исследования,

необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных методическими указаниями к курсовой работе учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Порядок защиты работы

Защита выполненной курсовой работы проводится в течение пятнадцатой и шестнадцатой недель занятий в 4 семестре. Работа защищается студентом перед комиссией и оформляется протоколом защиты. К защите принимается только проверенная руководителем курсовая работа.

Если задание по курсовой работе не выполнено (полностью или частично), работа к защите представлена быть не может. В этом случае защита работы проводится только после полного выполнения студентом задания на курсовую работу.

При проверке задания, оцениваются:

- последовательность и рациональность выполнения;
- полное и точное изложение информации по теме;
- правильное определение микроскопических параметров;
- рисунки, подобранные к главам работы.

При защите курсовой работы оцениваются:

- грамотность и точность подачи теоретического материала;
- правильность выполнения описания предложенного преподавателем задания;
- умение достоверно и четко объяснить ход выполнения задания и обосновать выводы, сделанные в ходе выполнения курсовой работы;
- правильность составления презентации.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 4.

Гранулометрическое распределение и условия осадконакопления по Вишеру, 1969г.

№ обр.	Популяция сальтации, А				Обстановка осадконакопления
	Относительное содержание, %	Сортировка	Грубая фракция "фи" диаметр	Тонкая фракция "фи" диаметр	
1	2	3	4	5	6

Популяция взвеси, В				Обстановка осадконакопления
Относительное содержание, %	Сортировка	Смешение популяций А и В	Тонкая фракция "фи" диаметр	
7	8	9	10	11

Популяция перекачивания, С				Обстановка осадконакопления
Относительное содержание, %	Сортировка	Грубая фракция "фи" диаметр	Смешение популяций А и С	
12	13	14	15	16

Таблица 5

Сводная таблица условий осадконакопления

№ обр.	Название породы	Обстановка осадконакопления				
		Фюхтбауэр, Мюллер, 1970	Дуглас, 1968	Вишер, 1969	Пассега, 1964	Сводная
1	2	3	4	5	6	7

Сочетание определенных кривых для основных генетических комплексов по Д. Дугласу (таблица 1а.):

1) аллювиальный комплекс характеризуется наличием кривых типа R, соответствует главной полосе течения – стрежню; кривые типа R+S и S характеризуют распределение осадков, образовавшихся вблизи берегов, типа S+T – осадков береговых валов, ограничивающих русло, типа T – отложения поймы;

2) для озерных отложений характерны мелкозернистые осадки с распределением типов S+T и T; грубозернистые отложения встречаются лишь у берегов и в дельтах рек;

3) отложения низин, мелкоморья отличаются преобладанием мелкозернистых глинистых осадков с распределением типа T;

4) глинистые фракции осадков неритовой и абиссальной областей характеризуются преимущественным распределением типа T;

5) эоловые пески, хорошо отсортированные, лишенные тонких и крупных фракций, распределением типа S;

6) форма кривых лессовидных осадков близка к распределению T.

Таблица 1а

Типы осадков по Дугласу

Тип осадка	Происхождение	Условия осадконакопления
г	Течения с постоянной скоростью (реки, морские течения)	Гравий, грубозернистый песок, элювий.
S	Транспортирующая способность течений падает.	Дюны побережья, поднятие в речном русле.
T	Спокойная среда осадконакопления. Осаждение из суспензий.	Озера, заливы, закрытые моря, лагуны, дельты. Глубокое море.
г+S	Течения с изменяющейся скоростью.	Реки морские течения, действия волн на поднятиях морского дна.
S+T	Течения с изменяющейся скоростью от 0 до небольшой величины.	Осадки побережий, песок лагун.
г+S+T	Течения с очень изменчивой скоростью В некоторые периоды скорость равна 0.	Речные глины. Обломки перемещаемые волнами при разрушении побережий.
г+S+T с преобладанием T	Течение с очень изменчивой скоростью.	Многочисленные пески.

Гранулометрическая характеристика песков из различных обстановок осадконакопления. По Вишеру (1969)

Таблица 2а

Обстановка осадконакопления	Популяция перекачивания, С			
	Относительное содержание, %	Сортировка	Грубая фракция "фи" диаметр	Смешение популяций А и С
Речная	Варьирует	Плохая	Любая	Незначительное
Прирусловых валов	0-5		Любая	Отсутствует

Промоин приливно-отливных полос	0-70	Средняя и хорошая	-0,5 до -1,5	Среднее
Приливных бухт	30-70	Средняя и хорошая	-0,5 до любой	Среднее
Пляжей	0-50	Средняя	-1 до любой	Среднее
Зона погружения	10-90,0	Средняя и плохая	Любая	Среднее
Область отмелей	50-70	Средняя и плохая	От 0 до -2	Значительное
Волноприбойная зона	0-10	Плохая	От 0 до любой	Незначительное
Дюны	0-2	Плохая	1-0	Незначительное
Отложения турбидитных потоков	0-40	Средняя и плохая	Любая	Значительное

Таблица 2б

Обстановка осадконакопления	Популяция сальтации, А			
	Относительное содержание, %	Сортировка	Грубая фракция "фи" диаметр	Тонкая фракция "фи" диаметр
Речная	65-98	Средняя	От -1,5 до -1	2,75-3,5
Прирусловых валов	0-30	Средняя	2-1,0	2-3,5
Промоин приливно-отливных полос	20-80	Хорошая	1,5-2	1,5-3,5
Приливных бухт	30-65	Хорошая	1,25-1,75	2-2,5
Пляжей	50-99	Совершенная (две популяции)	0,5-2	3-4,25
Зона погружения	20-90	Хорошая	1,5-2,5	3-4,25
Область отмелей	30-95	Хорошая	2-2,75	3,5 - более 4,5
Волноприбойная зона	35-90	Хорошая и совершенная	2-3,0	3 - более 4,5
Дюны	97-99	Совершенная	1-2,0	3-4,0
Отложения турбидитных потоков	0-70	Плохая и средняя	1-2,5	0-3,5

Таблица 2в

Обстановка осадконакопления	Популяция взвеси, В			
	Относительное содержание, %	Сортировка	Смешение популяций А и В	Тонкая фракция "фи" диаметр
Речная	2-35	Плохая	Незначительное	Более 4,5
Прирусловых	60-100	Плохая	Значительное	Более 4,5

валов				
Промоин приливо-отливных полос	0-20	Плохая и хорошая	Значительное	3,5 - более 4,5
Приливных бухт	2-5	Средняя и хорошая	Среднее	3,5-4
Пляжей	0-10	Средняя и хорошая	Незначительное	3,5 - более 4,5
Зона погружения	0-2	Хорошая	Значительное	3 - более 4,5
Область отмелей	0-2	Плохая и средняя	Незначительное	3,5 - более 4,5
Волноприбойная зона	5-70	Средняя и плохая	Значительное	3,75 - более 4,5
Дюны	1-3	Средняя	Среднее	4 - более 4,5
Отложения тупбидитных потоков	30-100	Плохая	Значительное	Более 4,5

Таблица 3а

Гранулометрические параметры осадков из различных обстановок осадконакопления. По Фюхтбауэру и Мюллеру.

№ п/п	Обстановка
1	2
1.	Речная обстановка:
	а) Ложе реки и прирусловые отмели. Сортировка (Q3/Q1) в основном более 1,2; в пересыхающих реках в основном более 1,3; асимметрия менее 1, иногда более 1; типично уменьшение размеров частиц вверх по разрезу; б) Пойма. Сортировка в основном более 2; асимметрия всегда меньше 1 (в общей массе обломков отмечается тонкозернистые примеси).
2.	Эоловая обстановка:
	а) Песчаные дюны. Сортировка хорошая, асимметрия в основном менее 1. Грубозернистые примеси, как правило отсутствуют. Незначительные колебания размеров зерен отмечаются только по вертикали. Медианный диаметр в основном менее 1 (преобладает тонкозернистая фракция), медианный диаметр в основном 0,15-0,35 мм.
	б) Лесс. Сортировка плохая; асимметрия в основном менее 1 (преобладает тонкозернистая фракция), медианный диаметр, как правило, менее 0,1 мм.
	Морская обстановка:
	а) Пляжи. Сортировка пляжных отложений наилучшая (в основном 1,1-1,23), асимметрия, как правило, более 1, на логарифмической вероятностной бумаге кумулятивные кривые дают две субпопуляции сальтации;
	б) Мелководные морские отложения (приливо-отливные полосы и шельфы).
3.	Сортировка плохая, асимметрия менее 1, на дальнем шельфе песчаные фракции практически отсутствуют;
	в) Глубоководные отложения (континентальный склон и абиссальная равнина). На континентальном склоне глинистый алевроит, на абиссальной равнине алевроитистая глина; включают более грубозернистые отложения турбидитных потоков.

