

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Морозов Владимир Петрович

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ ПО КУРСУ «ЛИТОЛОГИЯ»**

Редактор Ю. В. Федотова

КАЗАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ, 2010

УДК 552.5

*Печатается по решению
Редакционно-издательского совета КФУ*

*методической комиссии геологического факультета
Протокол № 9 от «26» мая 2010 г.*

*заседания кафедры минералогии и петрографии
Протокол № 4 от 22 апреля 2010 г.*

*Научный редактор
докт. геол.-мин. наук, проф. А. И. Бахтин*

*Рецензент:
докт. геол.-мин. наук Р. Р. Хасанов*

Морозов В.П.

**Учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям по курсу
«Литология» / В.П.Морозов. – Казань: Казанский университет, 2010. – 40 с.**

В пособии даются краткие сведения о литологии, включающие этапность формирования осадочных пород, их составные части, классификацию. Приводятся классификация текстур осадочных пород, оптико-микроскопические свойства породообразующих минералов, классификация структур некоторых осадочных пород, схемы их описания.

Рассчитано на студентов геологического факультета КФУ специальностей: 020301.65 – геология, 020305.65 – геология и геохимия горючих ископаемых, 020304.65 – гидрогеология и инженерная геология, 020302.65 – геофизика.

При написании пособия учтен опыт преподавания курса «Литология» на кафедре минералогии и петрографии геологического факультета КФУ.

© Казанский университет, 2010
© Морозов В. П., 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЛИТОЛОГИИ	5
1.1. Стадийность формирования осадочных пород	5
1.2. Составные части осадочных пород	5
1.3. Классификация осадочных пород	7
1.4. Структуры осадочных пород	9
1.5. Текстуры осадочных пород	11
1.6. Полевое описание осадочных пород	21
3. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ ПОД ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМ МИКРОСКОПОМ	21
4. ИЗУЧЕНИЕ ШЛИФОВ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД	29
4.1. Песчаные породы	29
4.2. Карбонатные породы	35
ЛИТЕРАТУРА	41

ВВЕДЕНИЕ

Литология (от греческих «литос» – камень и «логос» – учение, наука) – фундаментальный раздел геологической науки, посвященный изучению состава, строения, происхождения (генезиса) осадочных горных пород, их систематизации и номенклатуры, закономерностей распространения в земной коре и эволюции в геологической истории Земли. Целью литологии как геологической науки является разработка теоретических основ поисков и разведки месторождений осадочных полезных ископаемых. Основным объектом исследования является осадочная горная порода – скопление минерального и/или органического вещества, образующегося в условиях земной поверхности (на дне водоемов или поверхности суши) как результат действия экзогенных факторов. Основные направления литологии: теория литогенеза (изучение общих вопросов осадочного породообразования), петрография осадочных пород (изучение вещественного состава, строения пород, их классификации, включая методы исследования пород и слагающих их минералов), учение о фациях (изучение закономерностей распространения пород, реконструкция условий их образования).

В теории литогенеза рассматривается этапность (стадийность) формирования осадочных пород. В зависимости от условий, господствующих на земной поверхности, выделяют климатические типы литогенеза, в которых пользуются развитием определенные типы пород: гумидный (влажные климаты, среднегодовые температуры более 0°C), аридный (повышенные температуры, отрицательный баланс влаги), нивальный или ледовый (среднегодовые температуры ниже -10°C). Выделяют также аклиматический тип литогенеза – вулканогенно-осадочный, в котором накапливаются осадки с высокой долей вулканического материала.

В настоящем пособии принята классификация осадочных пород, в основу которой положен состав породообразующих минералов, слагающих горные породы.

Осадочные горные породы могут сами являться полезными ископаемыми (пески, глины, карбонаты, угли, железные руды и др.), содержать примеси промышленно ценных минералов (россыпные месторождения золота, алмазов, рудных минералов и др.), обладая значимыми емкостно-фильтрационными свойствами, могут быть местами скопления нефти и газа, воды.

По результатам литологических исследований составляются литолого-фациальные и литолого-палеогеографические карты и атласы, литологические колонки, позволяющие наглядно показать закономерности пространственного распределения осадочных горных пород и делать прогноз размещения определенных полезных ископаемых.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЛИТОЛОГИИ

1.1. Стадийность формирования осадочных пород

В теории седиментогенеза и литогенеза рассматривается стадийность (этапность) формирования осадочных пород, включающая:

- гипергенез, или выветривание (физическое разрушение и химическое преобразование материнских пород);
- перенос материала из области сноса в бассейн осадконакопления в виде обломочных частиц, коллоидного материала и истинных растворов;
- седиментогенез, или осадконакопление (образование осадка в бассейне седиментации, включая его механическую дифференциацию по размеру частиц, дифференциацию коллоидного материала, дифференциацию из истинных растворов, биогенную дифференциацию);
- диагенез (физическое и химическое преобразование рыхлого осадка в консолидированную горную породу);
- катагенез (изменение осадочных пород на глубине);
- метагенез (преобразование осадочных пород в метаморфические).

Схема соотношения этапов образования и преобразования осадочных пород представлена на рис. 1.

1.2. Составные части осадочных пород

В составе осадочных горных пород различают аллотигенные и аутигенные компоненты.

Аллотигенные компоненты осадочных пород представлены обломками или частицами минералов и пород различного размера, поступивших в бассейн осадконакопления из-за его пределов. К ним относятся:

- реликтовые аллотигенные компоненты – это неизменные обломки минералов и горных пород, унаследованных от материнских пород, которые были подвергнуты выветриванию;
- гипергенные или экзогенные компоненты – это новообразованные минералы кор выветривания (продукты химического разложения материнских пород);
- вулканогенный или пирокластический материал (пепел, лапилли, вулканические бомбы);
- космогенный материал, поступающий из космоса.

Аутигенные компоненты отражают физико-химические условия осадконакопления, диагенеза, ката- и метагенеза осадочных пород. Поэтому в зависимости от перечисленных этапов («времени» образования частиц) среди них различают:

- седиментационные аутигенные компоненты, образованные биогенно или хемогенно во время процесса осадконакопления;
- диагенетические аутигенные компоненты, образованные во время преобразования осадка в осадочную горную породу;
- катагенетические аутигенные компоненты, образованные на этапе существования и преобразования осадочных пород в земной коре;
- метагенетические аутигенные компоненты, образованные при преобразовании осадочных пород в метаморфические.

Осадочные породы могут состоять либо преимущественно из аллотигенных или аутигенных компонентов, либо из тех и других. Примерами могут служить:

- песок, гравий, щебенка состоят из реликтового аллотигенного или обломочного материала;
- глина состоит из гипергенного материала;
- диатомит, мел состоят из седиментационного материала;
- глинистый песчаник состоит из обломочного (реликтового аллотигенного) и гипергенного материала и т. д.

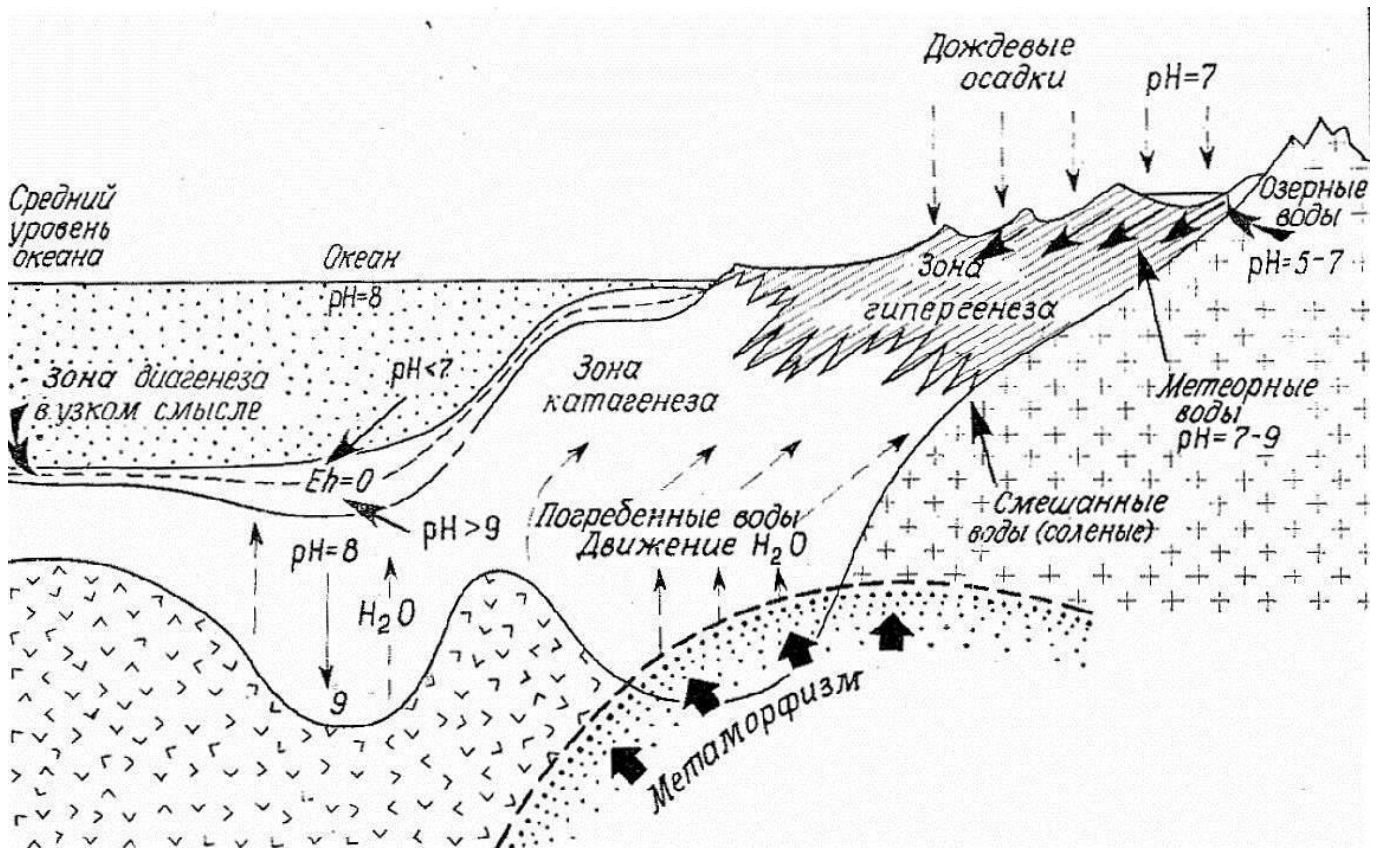
1.3. Классификация осадочных пород

В настоящее время существует несколько классификаций осадочных пород, в основу которых положены минеральный состав, либо химический состав, либо структура, либо генезис, либо размерность зерен и их свойства, либо состав и происхождение пород в равной мере.

В последние годы вопросами классификации осадочных пород занимались ведущие литологи страны. Ими предлагается при выделении осадочных пород в группы, прежде всего, использовать минеральный состав отложений. Так в классификации В. Т. Фролова (1992) выделяются четыре группы осадочных пород. Этой же классификации придерживается О. В. Япаскурт (2008). Близкая классификация предлагается В. Г. Кузнецовым (2007). Один из вариантов таких классификаций дан в табл. 1. Она и будет использована при чтении курса.

В настоящее время в названии осадочных пород используются несколько терминов. Так, например, термину «карбонатные породы» синонимом является термин «карбонатолиты». Термину «аллитовые породы» синонимом является термин «аллиты», «железным породам» – «ферролиты» или «ферритолиты», «силицитам» – «кремнистые породы», «кремневые породы».

Суффикс «-ист» из названия пород предлагается убрать, а использовать его лишь в названиях немономинеральных пород. Например, кремнистый известняк. Последнее означает, что содержание в известняке минералов кремнезема составляет менее 50%.



Схематический разрез верхней части земной коры, иллюстрирующий современное морское осадконакопление, диагенез и катагенез (Г. Ларсен, Дж. Чилингар, 1971)



Стадии седиментогенеза и литогенеза, их главнейшие параметры (Япаскурт, 2005)

Рис. 1. Схематические представления о стадийности седиментогенеза и литогенеза

Схема классификации осадочных пород по их составу

Типы пород	Примеры пород
1. Кварцевые и кварц-силикатные	Грубообломочные породы. Песчаные породы. Алевритовые породы. Глинистые породы. Вулканогенно-осадочные породы
2. Оксидные и гидроксидные	Кремнистые. Ферролиты. Аллиты. Манганолиты (пиролузитовые и псиломелановые руды)
3. Карбонатные	Известняки. Доломиты. Сидериты. Магнезиты
4. Сульфатные	Гипсы. Ангидриты
5. Галогенные (галоидные)	Каменная соль. Сильвинит. Карналлитовая порода
6. Фосфатные	Фосфориты
7. Каустобиолиты	Гумусовые. Липтобиолиты. Сапропелиты. Антраксолиты

1.4. СТРУКТУРЫ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Структура – особенность строения осадочной породы, определяемая взаимоотношением, размерами (абсолютными и относительными) и формой слагающих ее частиц.

Структуры, характерные для отдельных групп осадочных пород, рассматриваются ниже (см. п. 4). Здесь же будет дана характеристика главных структур, встречающихся в породах различного генезиса.

Взаимоотношение зерен показывает способ образования породы и, в частности, решает вопрос, образовались минералы на месте залегания породы или были привнесены. По типу взаимоотношения структуры осадочных горных пород подразделяются на две группы: конформные, или конформнозернистые и неконформные, или неконформнозернистые (рис. 2).

Конформные, или конформнозернистые структуры характеризуются приспособленностью зерен друг к другу: сторона (контур) одного зерна явля-

ется стороной (контуром) соседнего или его повторяет. При такой укладке зерен они полностью заполняют пространство, т. к. зерна хорошо «подогнаны» друг к другу. Последнее свидетельствует об образовании или, по крайней мере, преобразовании зерен на месте залегания породы.

Неконформные структуры характеризуются несоответствием контуров у соседних зерен или агрегатов, которые не заполняют полностью пространство. Часть его остается пустой (тогда наблюдается пористость) или выполняется цементом.

Размер зерен – вторая важная сторона структур.

По *абсолютной размерности* можно выделить следующие структуры:

- грубозернистые,
- крупнозернистые,
- среднезернистые,
- мелкозернистые,
- тонкозернистые,
- микрозернистые,
- пелитоморфные,
- незернистые (нет зерна, аморфные).

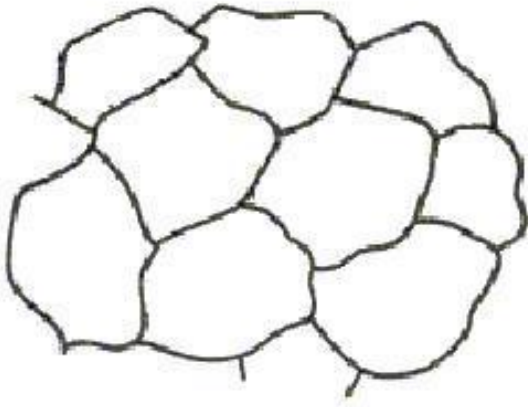
Приведенная классификация структур по абсолютному размеру зерен для каждого типа осадочных пород является собственной, поэтому здесь не указываются размерные характеристики.

По *относительной размерности* зерен можно выделить следующие структуры, (в основу выделения положено содержание преобладающей фракции):

- равномернозернистую (свыше $3/4$ объема породы составляет преобладающая фракция),
- слабо неравномернозернистую ($3/4-2/3$),
- средне неравномернозернистую ($2/3-1/2$) и
- сильно неравномернозернистую (содержание преобладающей фракции менее $1/2$ объема породы).

Обломочные породы по этим степеням соответственно будут называться хорошо, средне, плохо сортированными и несортированными. Здесь же следует сказать о том, что на практике по относительному размеру зерен породы чаще делят на равномернозернистые и неравномернозернистые, используя лишь их визуальную характеристику.

Форма зерен – третья важная сторона структур. Описывают и классифицируют форму зерен по идиоморфности, изометричности, вторичным изменениям.



Конформная, или конформнозернистая структура

Примеры: зернистые карбонаты, эвапориты

Неконформные, или неконформнозернистые структуры

Примеры



Органогенный известняк. Органические остатки цементируются зернистым кальцитом



Оолитовый известняк. Оолиты цементируются зернистым кальцитом



Песчаник. Обломочные зерна цементируются глинисто-углистым материалом

Рис. 2. Примеры конформных и неконформных структур

1.5. Текстуры осадочных пород

Текстура наряду со структурой – одна из характеристик строения осадочной породы. Она определяется пространственным расположением отдельных компонентов породы и их пространственной ориентировкой. Пространственное расположение компонентов породы определяет анизотропию ее свойств, либо ее отсутствие. Например, неодинаковые величины проницаемости, механической прочности по различным направлениям. Текстуры имеют большое генетическое значение, т. к. отражают условия формирования осадков и осадочных пород и формируются на стадии седиментогенеза и последующих изменениях.

Предлагаемая классификация текстур осадочных пород (табл. 2) является морфо-генетической, т. к. в ней в одинаковой мере, с одной стороны, учитываются морфологические признаки текстур, а, с другой, их генезис.

Морфологические признаки текстур проявляются в пространственном расположении составных частей породы, образующих некий «геометрический образ» породы. Это может быть зафиксировано, например, зарисовано или сфотографировано.

Генезис же текстур, т. е. приобретение ими определенных морфологических признаков, может происходить на всех стадиях формирования и преобразования осадков и осадочных пород – седиментогенезе, диа-, ката-, метагенезе и вторичных изменениях, которые имеют наложенный характер, а также гипергенезе и тектонических процессах.

Текстуры разделяются на две группы. К первой группе отнесены текстуры, характеризующие особенности внутреннего строения пород (внутрислоевые или внутрипластовые текстуры). Ко второй группе отнесены текстуры поверхностей наложения или напластования.

В дальнейшей классификации текстур первой группы учитывается время их формирования, т. е. связано формирование текстур с седиментогенезом (текстуры первого типа), или их образование связано с постседиментационными процессами (текстуры второго типа) – диагенезом, катагенезом, метагенезом, а также вторичными изменениями пород наложенного характера, гипергенезом, проявлением тектонических движений.

Текстуры второй группы – текстуры наложения или напластования – образуются одновременно с накоплением осадка или близко этому, т. е. по своей природе являются седиментационными или раннедиагенетическими. Они делятся на два типа: текстуры кровли и текстуры подошвы слоя или пласта.

При характеристике текстур учитывается также способ их образования: биогенный (за счет жизнедеятельности биоты) или абиогенный (за счет меняющейся во времени и пространстве физико-химических условий среды образования осадков и пород).

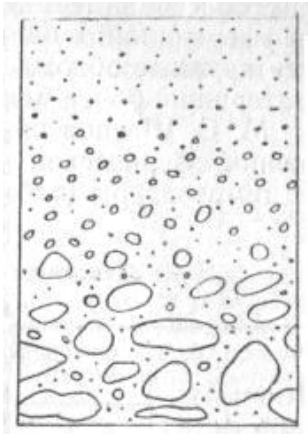
Наиболее распространенными видами текстур (рис. 3) являются следующие:

Однородная (массивная, беспорядочная, неслоистая) текстура характеризуется одинаковыми свойствами пород по различным направлениям, т. е. изотропностью свойств, включая коллекторские и физико-механические. Такая текстура может образоваться при лавинной седиментации, т. е. отложении материала осадка с высокой скоростью, а также при невысокой, но постоянной по скорости седиментации изометричных или близких к ним по форме и близким по размеру частиц. Однородные текстуры могут формироваться и при постседиментационных процессах, замещая седиментогенные текстуры практически любой морфологии.

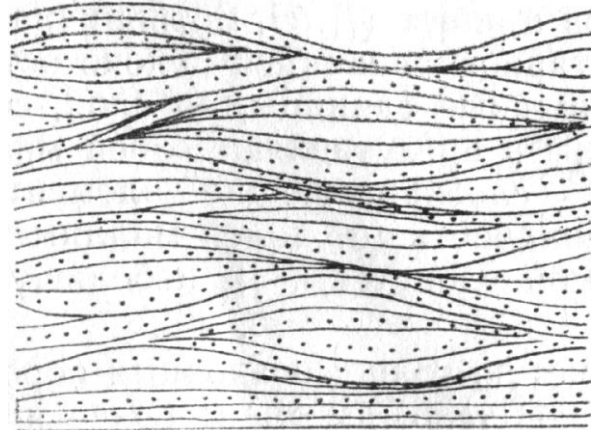
Классификация текстур осадочных пород

Группы текстур	Типы текстур	Виды текстур
А. Текстуры внутрислоевые и внутрислоевые, присущие всему объему породы	I. Текстуры, формирующиеся седиментогенно	1. Однородная (массивная, беспорядочная, неслоистая). 2. Слоистые текстуры со слоистостью: а) горизонтальной, включая градиционную и прослоевую, б) волнистой, в) косоволнистой, г) косой: – однонаправленной, – разнонаправленной, д) строматолитовая. 3. Текстуры ориентированных обломков
	II. Текстуры постседиментационные и наложенные: диа-, ката-, метагенетические, а также эпигенетические, гипергенные, вторичные наложенные, тектонические	1. Биогенные: а) илоядная, ихнитолитовая или биотурбитовая, б) корневая комковатая. 2. Взмучивания. 3. Оползания и оплывания. 4. Гидроразрывные. 5. Элювиальные 6. Скорлуповатые. 7. Конкреционные. 8. Фунтиковые. 9. Стиллитовые. 10. Пятнистые. 11. Кольца Лизеганга, или зебровая. 12. Сланцеватые. 13. Полосчатые. 14. Плойчатые. 15. Кливаж. 16. Будинаж
Б. Текстуры поверхностей слоев	I. Текстуры кровли	1. Рябь течений, волнений, эоловая: – симметричная, – асимметричная, 2. Трещины усыхания. 3. Отпечатки (глиптоморфозы) кристаллов солей, льда. 4. Следы капель дождя и града. 5. Следы струй течения и стекания. 6. Следы волочения. 7. Следы ползания и лежания. 8. Следы зарывания и сверления. 9. Следы размыва и элювирования
	II. Текстуры подошвы	1. Механоглифы: а) язычковые валики – слепки борозд размыва, б) обоюдоострые валики – слепки царапин, в) шевроновые валики – следы волочения, г) одиночные бугорки – следы падения, д) рябь, е) знаки внедрения, диапиры глиняные и др. 2. Биоглифы: а) извилистые валики – следы ползания, б) бугорки одиночные и парные – следы зарывания, в) бугры одиночные – следы сидения и пребывания, г) слепки отпечатков ног, лап и др.

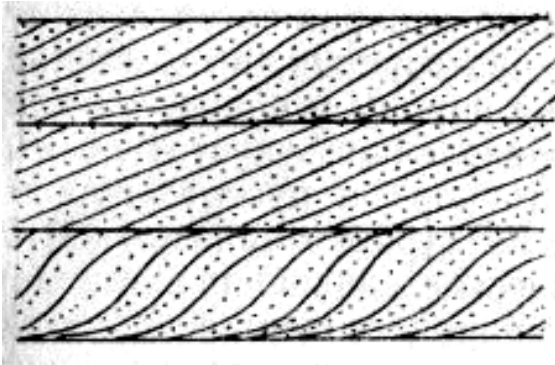
Примечание. Выделяют также криптогенные текстуры, генезис которых не ясен.



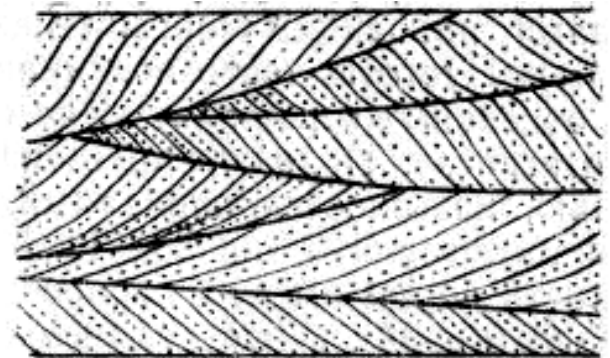
Градационная слоистость турбидитов



Волнисто-слоистая текстура



а



б

Разновидности косослоистых текстур: а – с параллельными сериями слоёв; б – с перекрестными сериями слоёв

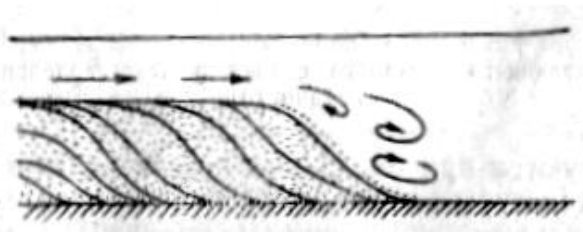
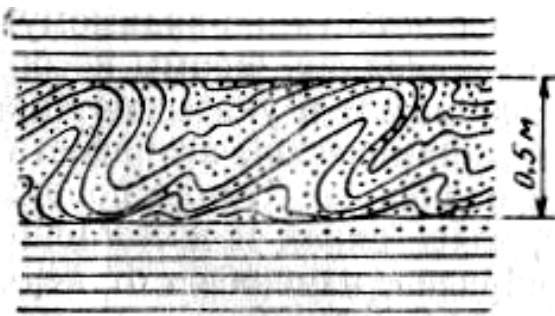
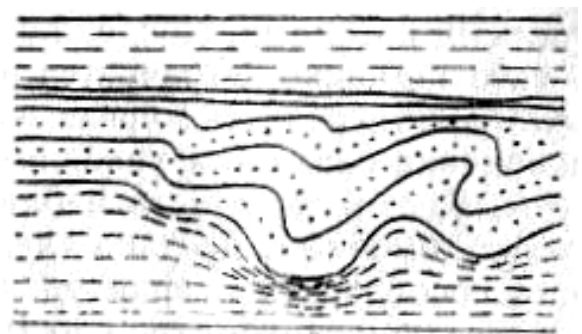


Схема возможного формирования косой слоистости за счет отложения материала на фронте наступающего валика наносов



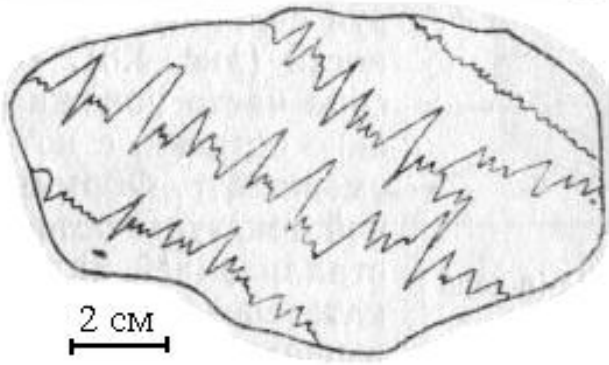
а



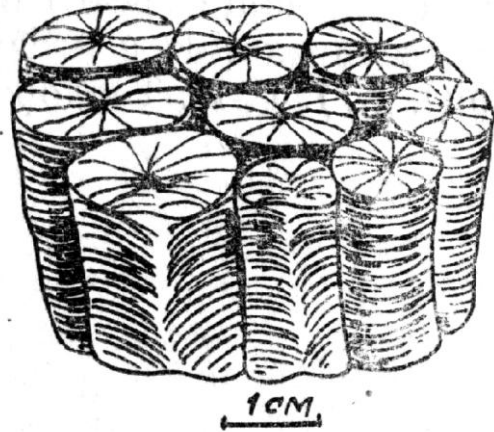
б

Текстура подводного оползания незатвердевшего осадка (а) и внедрения оползающего песчаного осадка в незатвердевшие глинистые осадки (б)

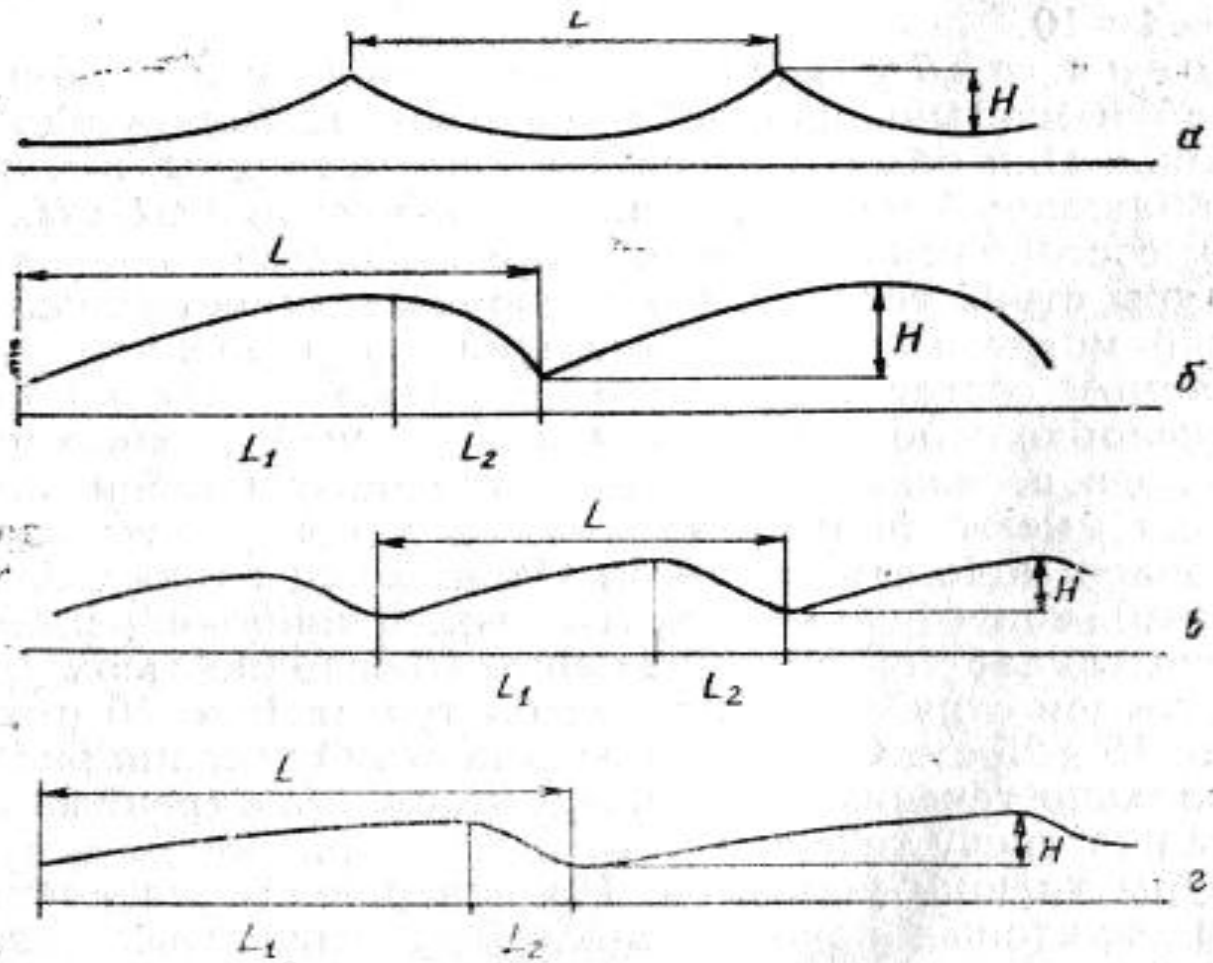
Рис. 3. Некоторые виды текстур осадочных пород



Сутуристололитовая текстура
в образце известняка



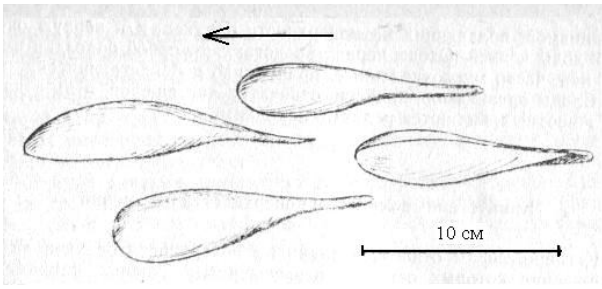
Текстура cone-in-cone
(«конус в конус», фунтиковая)



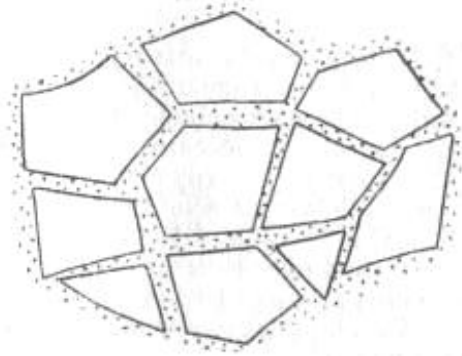
Типы знаков ряби:

а – волновая осцилляционная (симметричная) рябь, б – волновая прибойная (асимметричная) рябь, в – рябь течений, г – золотая рябь. L – длина волны ряби, H – высота (амплитуда) ряби, L_1 – проекция пологого склона, L_2 – проекция крутого склона.

Рис. 3. Продолжение



Слепки со следов струй течения на подошве вышележащего слоя (план). Стрелка показывает направление течения

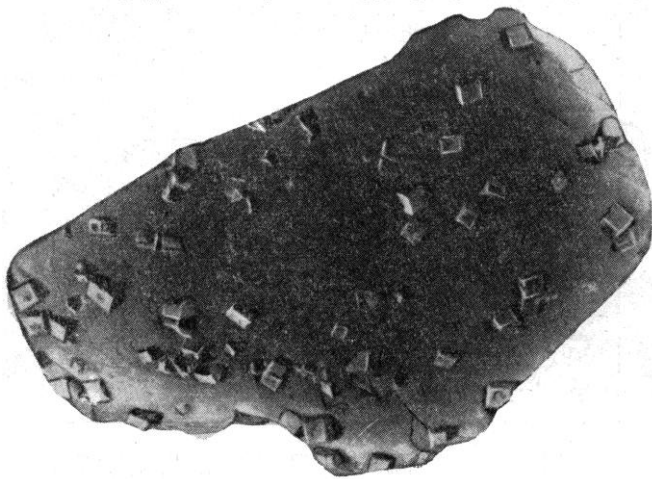


Схематическое изображение системы полигональных трещин усыхания на поверхности пласта (план)



Строматолиты (по Т. А. Дольник).

а – столбчатые строматолиты группы байкаля. Восстановлено методом графического препарирования. Ув. 0,5.
б – то же, шлиф.



Глиптоморфозы кристаллов поваренной соли (галита)

Рис. 3. Окончание

Слоистые текстуры относятся к наиболее распространенным в осадочных породах. По своим физико-механическим свойствам слоистые породы анизотропны, т. к. в них свойства вдоль слоистости и в перпендикулярном направлении различны. Слоистые текстуры образуются в процессе седиментации за счет изменения минерального или гранулометрического состава в направлении, перпендикулярном поверхности наслоения.

Слоистые текстуры классифицируются по форме слоев и их положению относительно вектора силы тяжести. Выделяются четыре основных морфологических вида слоистости: *горизонтальная, волнистая, косоволнистая и косая*. Каждый из этих видов слоистости формируется при определенной динамике среды осадконакопления.

Текстуры ориентированных обломков формируются в условиях однонаправленного водного потока. Направление неизометричных обломков, в том числе органических остатков, позволяет определить направление палеопотоков. Такая текстура может быть как внутрипластовой, так и относиться к текстурам кровли.

Текстура **ходов илоедов** образуются при раннем диагенезе, когда осадок еще остается рыхлым образованием. Живущие в обогащенном органическим веществом осадке организмы-илоеды оставляют в нем свои ходы и норы. При этом материал осадка, переработанный илоедами, образует шнуроподобные образования, которые начинаются на поверхности осадка и здесь же заканчиваются. На суше подобную текстуру формируют дождевые черви, живущие в почвенном слое.

Текстуры **взмучивания** образуются при перемыве осадков выше базиса волнового воздействия в условиях активного гидродинамического режима бассейна седиментогенеза. Часто формируются за счет штормов. Взмучивание неконсолидированных осадков может осуществляться также мутьевыми потоками. Причиной взмучивания могут быть также цунами, а в случае негоризонтальной поверхности осадка и землетрясения.

Текстуры **подводного оползания и оплывания** проявляются в складках, образующихся на негоризонтальной поверхности осадка. Иногда достаточно весьма малых уклонов дна, чтобы накопившаяся масса осадка сползала. Причиной сползания могут быть мощность осадка, превышающая некую критическую величину, также землетрясения. Оползание осадка и появляющийся за счет этого раздув отложений приводит к увеличению их мощности. На суше аналогичные текстуры образуются за счет солифлюкции – медленного движения оттаявших рыхлых глинистых образований по кровле твердых пород (часто мерзлых рыхлых отложений) под действием силы тяжести.

Элювиальные текстуры пользуются практически повсеместным распространением. Имеют развитие в корах выветривания на суше или гальмиролизе – подводном выветривании. Проявляются в появлении в породах вертикальных трещин и полостей растворения или метасоматическом замещении исходного материала

или его отдельных компонентов новообразованиями. При этом первичная текстура породы может быть уничтожена практически полностью. Нередко при химическом типе выветривания формируются сфероагретатные текстуры новообразований.

Конкреционные текстуры могут иметь как концентрически-зональное строение, так и радиально-лучистое. Образуются за счет собирательной перекристаллизации, имеют округлую или уплощенную, значительно реже вертикально-удлиненную, нередко геометрически неправильную (стяжения) внешнюю формы. Образуются в осадке (при диагенезе) или породе (при катагенезе и метагенезе). По составу такие образования отличны от вмещающей их породы, могут быть сложены карбонатами, сульфатами, минералами кремнезема, фосфатами, окислами и гидроокислами.

Фунтиковая текстура (текстура «конус в конусе» или «cone-in-cone») по времени образования считается катагенетической. Часто наблюдается в глинистых карбонатных породах. Образование текстуры объясняется катагенетическим перераспределением вещества. Имеются и другие мнения. Согласно им, такая текстура не является седиментогенной и обязана жизнедеятельности колониальных организмов, однако первичные черты биогенности такой текстуры стерты.

Стилолитовая текстура образуется при катагенезе. Чаще обнаруживается в карбонатных породах, реже обломочных. Морфологически выглядит как трещинки растворения, которые имеют зубчатую (сутуры) или волнистую форму. Образуется при миграции отжимаемых из пород флюидов по латерали. При этом происходят и частичное растворение пород, тогда в стилолитовых швах присутствует нерастворимый осадок – глинистые минералы, а также отложение в них других минералов. Пространственное положение стилолитовых швов определяется вектором максимального давления. За счет литостатического давления стилолитовые швы субгоризонтальны, что встречается чаще всего. Однако за счет бокового давления положение стилолитовых швов может быть и вертикальным.

Текстуры пятнистые визуально выглядят в виде неправильных по форме разводов, присутствующих в горной породе. Образуются при пространственном перераспределении вещества, которое на определенных стадиях литогенеза или при гипергенезе может приобретать подвижность.

Зебровая текстура (или *кольца Лизеганга*) – концентрические кольца или ритмически перемежающиеся полосы. Наблюдаются в яшмах, агатах и тонкопористых породах. Возникают в результате периодического осаждения каких-либо соединений при диффузии в тонкопоровых средах. Образуются обычно при гипергенезе за счет выпадения нерастворимых соединений на различных расстояниях от источника поступления в систему нового вещества. Образование таких текстур объясняется реализацией колебательных химических реакций, что приводит к самоорганизации вещества.

Сланцеватая (сланцевая) текстура (или *сланцеватость*) образуется в глинистых или других осадочных породах, в составе которых присутствуют глинистые минералы. Глинистые минералы или другие слоистые силикаты в условиях уплотнения или одностороннего сжатия пространственно ориентируются в направлении, перпендикулярном вектору максимального давления. Возникают при катагенезе или в условиях метагенеза. Сланцеватость проявляется в плитчатчатой отдельности.

Полосчатость – текстура, образующаяся при пространственном перераспределении вещества или послойном метасоматозе. Выражается пространственным чередованием полос, различающихся по минеральному составу. Более характерна для гипергенеза, процессов флюидной переработки осадочных толщ, обладающих слоистостью, а также метагенеза и метаморфизма.

Площчатость проявляется как мелкая складчатость в осадочных породах. Образуется при катагенезе и метагенезе. Необходимым фактором ее образования является проявление подвижек вблизи тектонических разломов или вязко-пластичного течения пород на больших глубинах. Условие последнего является чередование пород, различных по своим физико-механическим свойствам.

Кливаж – способность породы раскалываться на тонкие пластины. При этом плоскости раскола обычно совпадает со сланцеватостью.

Будинаж – текстура, образующаяся при неравномерном сжатии и растяжении слоистых толщ, сложенных различными по физико-механическим свойствам породами. Проявляется появлением в однородных слоях разрывов или раздувов. В условиях неравномерного сжатия более хрупкие породы разрываются на пластины, а более вязко-пластичные выполняют появившиеся разрывы или пережимы, образуя раздувы. Будинаж появляется при катагенезе или метагенезе, его образованию также способствует стресс. Является результатом растяжения жестких слоев под действием сил трения, возникающих при раздавливании и течении под давлением пластичных слоев, облегающих жесткие. Пространство между будинами (пластинами более хрупких пород, разделенных трещинами разрыва) заполняется облегающим пластичным материалом.

Текстурные знаки кровли – *рябь течений, волнений, золовая рябь* – по морфологическим признакам делятся на симметричные и асимметричные. Симметричная рябь формируется в условиях колебательных движений среды, что обусловлено волнением. Однако в условиях волновой деятельности образуется как симметричная, так и асимметричная рябь. Асимметричная рябь также может формироваться и в условиях течений. Классифицируется рябь также по агенту переноса материала – воде или ветру.

Трещины усыхания проявляются в развитии в нижележащих отложениях V-образных в разрезе трещин, которые заполнены материалом вышележающих отложений или материалом, осыпавшемся с их стенок. В плоскости, па-

раллельной слоям, трещины усыхания образуют полигональной формы многогранники. Трещины усыхания образуются при осушении осадка и указывают на перерывы в осадконакоплении.

Отпечатки (глиноморфозы) кристаллов, зерен и агрегатов льда, солей представляют пустоты, сформированные за счет растворения в горной породе ранее присутствующих в ней включений. Форма пустот соответствует форме растворенных включений, однако впоследствии пустоты могут быть выполнены и другим материалом, в том числе и материалом вмещающей породы.

Кристаллы, зерна и агрегаты включений могут формироваться как при седиментогенезе, так и в постседиментационные стадии. Образуются либо на поверхности слоев и пластов, либо внутри них.

Отпечатки капель дождя и града – углубления, формирующиеся на поверхности незатвердевшего осадка за счет атмосферных осадков – капель дождя или зерен града. Имеют округлую, реже эллипсоидную в плане форму: углубление с ограничивающим его бортиком. Условием их сохранности являются быстрое затвердевание осадка и его захоронение под покровом новообразованных.

Знаки внедрения образуются при выжимании более пластичных отложений в вышележающие менее пластичные и крепкие отложения. Проявляются как диапировые внедрения. Таким образом формируются глиняные или песчаные дайки, развит также и соляной диапиризм. Процесс внедрения может сопровождаться появлением плейчатости, будинажа и кливажа.

1.6. Полевое описание осадочных пород

Ряд сведений об осадочных породах можно получить только при изучении естественных или искусственных обнажений, т. е. только при полевом изучении пород.

Схема описания пород в обнажениях может быть следующей.

1. Форма и размеры геологических тел. Условия их залегания. Взаимоотношение с выше- и нижележащими породами. Характер контактов между ними.
2. Название породы.
3. Окраска (цвет) породы.
4. Минеральный состав.
5. Структурно-текстурные характеристики.
6. Текстура кровли и подошвы пластов.
7. Конкреции и характер их распределения в породе.
8. Наличие, степень сохранности и характер захоронения органических остатков.
9. Вторичные изменения.
10. Иные признаки.

Схема описания образцов осадочных пород может быть следующей.

1. Название породы.
2. Окраска (цвет) породы.
3. Минеральный состав.
4. Структурно-текстурные характеристики.
5. Наличие и степень сохранности органических остатков.
6. Вторичные изменения.
7. Иные признаки.

При визуальном описании дается первоначальное классификационное определение породы. Здесь же должны указываться предварительные сведения об условиях образования пород.

3. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ПОРОДООБРАЗУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ПОД ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМ МИКРОСКОПОМ

Среди многочисленных методов, применяемых при лабораторном изучении осадочных пород, важнейшим является оптико-микроскопическое изучение шлифов. Оптико-микроскопический метод позволяет не только определить минеральный состав пород и органические остатки, структуру пород, но и провести их стадийный анализ и сделать определенные выводы о генезисе пород и характере их вторичных изменений.

В настоящем пособии не рассматриваются кристаллооптические свойства минералов, т. к. этот раздел дается в курсе «Петрография». К тому же многие породообразующие минералы осадочных пород являются тонкодисперсными образованиями, диагностика которых под поляризационным микроскопом часто весьма затруднительна, а порой и невозможна. Поэтому в настоящем пособии преимущественно рассматриваются лишь те минералы, которые поддаются диагностике (табл. 3).

Перед началом работы поляризационный микроскоп должен быть приведен в рабочее состояние, для чего, прежде всего, необходимо:

- добиться максимального освещения объекта (шлифа);
- отцентрировать объектив;
- при включенном анализаторе проверить скрещенность николей (наличие темноты).

С методической точки зрения все кристаллооптические исследования с помощью поляризационного микроскопа делятся на три группы:

- исследование без анализатора (определение окраски, формы зерен, спайности, показателя преломления, псевдоабсорбции, плеохроизма);
- исследование с анализатором (характер интерференционной окраски, характер и угол погасания, изучение двойников и оптических аномалий);

– исследование в сходящемся свете с анализатором (определение оси и оптического знака минерала).

Здесь же для справки следует сказать, что показатель преломления канадского бальзама, относительно которого определяется показатель преломления (рельеф) минералов, равен $1,537 \pm 0,004$. По величине показателя преломления, согласно А. М. Даминовой (1974), можно выделить семь групп минералов:

1) $N = 1,41-1,51$ – резкий отрицательный рельеф, шагреновая поверхность наблюдается при открытой диафрагме микроскопа;

2) $N = 1,51-1,53$ – отрицательный рельеф, шагреновая поверхность отсутствует или слабая;

3) $N = 1,53-1,54$ – отсутствует рельеф и шагреновая поверхность;

4) $N = 1,54-1,60$ – положительный рельеф, шагреновая поверхность отсутствует или видна при почти полностью закрытой диафрагме;

5) $N = 1,60-1,65$ – резкий положительный рельеф, шагреновая поверхность хорошо видна, если закрыть диафрагму наполовину;


6) $N = 1,65-1,75$ – резко выраженные положительный рельеф и шагреновая поверхность, которые видны при открытой диафрагме;

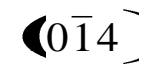
7) $N > 1,75$ – чрезвычайно резкие положительный рельеф и шагреновая поверхность.

Диагностические свойства некоторых породообразующих минералов и агрегатов в шлифах

Название. Кристаллохи- мическая фор- мула. Сингония	Распространенность. Формы выделения	Спайность	Оптические свойства	Примечание
1	2	3	4	5
Ангидрит. $\text{Ca}[\text{SO}_4]$. Ромбическая	Минерал вторичный (по гипсу). Призматические, таблитчатые зерна; зернистые массы	В. сов. по (001), сов. по (010) и (100)	При одном никеле бесцветный прозрач- ный. Интерференционная окраска яркая пестрая третьего порядка. Псевдоаб- сорбция. $N_g = 1,614$, $N_m = 1,575$, $N_p =$ $1,570$, $N_g - N_p = 0,044$. Погасание прямое	В осадочных породах обра- зуется по гипсу. Часто встречается в карбонатных нефтяных коллекторах
Биотит. $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3 \times$ $\times [\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ $(\text{OH},\text{F})_2$. Моноклинная	Обломочные зерна в граувакковых пес- чаниках. Слабо рас- пространен. Пластинки, листоч- ки	В. сов. по (001)	При одном никеле бурый разных оттен- ков, иногда с переходами к черному, оранжево-красному, зеленому. Плеохро- изм обычно от светло-коричневого до темно-коричневого, черного. Интерфе- ренционная окраска высокая, но маски- руется собственной окраской минерала. $N_g = 1,610-1,697$, $N_m = 1,609-1,696$, $N_p =$ $1,571-1,616$, $N_g - N_p = 0,039-0,081$. Пога- сание прямое	Неустойчив к выветрива- нию. Вторичные измене- ния: вермикулитизация, хлоритизация, превращает- ся в глинистые минералы
Битумоиды (битумы)	Встречаются в по- рах, кавернах и трещинах пород		При одном никеле имеют желтоватый, рыжевато-красный, серовато-бурый и бурый до черного цвет. $N = 1,57-1,78$.	Имеют вязкожидкую или твердую консистенцию. Растворяются в органиче- ских растворителях

1	2	3	4	5
Вулканическое стекло	Обычно в вулканогенно-осадочных породах, нередко в граувакковых песчаниках. Обломочные зерна		При одном никеле бесцветно прозрачно, реже желтовато. Оптически аморфно	Со временем наблюдается раскристаллизация. Вторичные изменения: глинистые минералы, цеолиты, гидрослюда, гидратация, гидроксиды и др.
Гипс. $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Моноклинная	Минерал эвапоритов. Таблитчатые, призматические до волокнистых зерна; зернистые массы	В. сов. по (010)	При одном никеле бесцветный прозрачный. Интерференционная окраска серовато-белая первого порядка. $N_g = 1,530$, $N_m = 1,523$, $N_p = 1,520$, $N_g - N_p = 0,010$	Даже при слабом нагревании наблюдается дегидратация, оптические свойства изменяются
Гидроокислы железа: гетит, гидрогетит, лепидокрокит и др.	Образуют собственные породы, часто присутствуют в цементе полимиктовых обломочных пород, продукты разложения железосодержащих минералов. Тонкодисперсные агрегаты	Обычно не обнаруживается	При одном никеле красные, бурые до черных. Вследствие тонкой дисперсности оптически изотропны. $N > 1,94$.	Часто образуют механическую смесь с глинистыми минералами. Точная диагностика возможна дифракционными методами

1	2	3	4	5
Глауконит $K(Mg,Fe,Al)_2 \times [AlSi_3O_{10}](OH)_2$. Моноклинная	Часто образуется при гальмиролизе полимиктовых осадков. Округлые стяжения с тонкодисперсной структурой	Сов. по (001)	При одном николе различные оттенки зеленого цвета. Интерференционная окраска такая же, но более темная. $N_g = 1,614-1,644$, $N_m = 1,613-1,643$, $N_p = 1,592-1,612$, $N_g-N_p = 0,022-0,032$	Точная диагностика возможна дифракционными методами
Глинистые минералы: монтмориллонит, каолинит, иллит, смешанослойные образования и др.	Образуют собственные моно- и полиминеральные породы, обычные минералы терригенных пород. Тонкодисперсные агрегаты	Сов. по (010)	При одном николе обычно бесцветны или бледноокрашены, примесями окрашиваются в серые до черного (углистое вещество), бурые (гидроокислы Fe^{3+}), зеленые различных оттенков (минералы с Fe^{2+}) цвета.	В силу тонкой дисперсности точная диагностика возможна дифракционными методами
Доломит $CaMg[CO_3]_2$ Тригональная	Образует собственные породы; в известняках; цемент песчаников. Неправильные изометричные зерна, ромбоэдры; зернистые массы	Сов. по  под углом 74°	При одном николе бесцветный прозрачный. Интерференционная окраска белая высшего порядка. Псевдоабсорбция. $N_g = 1,681$, $N_p = 1,500$, $N_g-N_p = 0,181$	Нередко наблюдается доломитизация известняков

1	2	3	4	5
Калиевые полевые шпаты (микроклин – ортоклаз). $K[AlSi_3O_8]$ Трикл. – монокл.	Обычные минералы терригенных пород, чаще аркозовых, граувакковых песчаников. Обломочные зерна	Сов. по (001), средн. по (010)	При одном николе бесцветны прозрачны. Интерференционная окраска серовато-белая первого порядка. $N_g = 1,530-1,526$, $N_m = 1,526-1,524$, $N_p = 1,522-1,518$, $N_g - N_p = 0,008$	Для микроклина «решетчатое» двойникование. Вторичные изменения: серицитизация, пелитизация. Пертиты
Кальцит. $Ca[CO_3]$. Тригональная	Образует собственные породы; цемент песчаников. Неправильные изометричные зерна, редко ромбоэдры; зернистые массы; слагает органические остатки	Сов. по  под углом 75°	При одном николе бесцветный прозрачный. Интерференционная окраска белая высшего порядка. Рельеф в зависимости от «оптического среза» может быть как положительным, так и отрицательным. Псевдоабсорбция. $N_g = 1,658$, $N_p = 1,486$, $N_g - N_p = 0,172$. Иногда двойникование по ромбоэдру. Нередко перламутровый отлив	Часто подвергается перекристаллизации
Кварц. SiO_2 . Тригональная	Обычный минерал терригенных пород, чаще песчаников. Обломочные зерна	В. несов.	При одном николе бесцветный прозрачный. Интерференционная окраска серовато-белая первого порядка. $N_g = 1,553$, $N_p = 1,544$, $N_g - N_p = 0,009$. В «призматических срезах» погасание прямое	Самый распространенный минерал обломочных пород. Устойчивый, перекристаллизация при катагенезе и в песчаных нефтяных коллекторах
Мусковит. $KAl_2[AlSi_3O_{10}]$ (OH,F) ₂ . Моноклинная	Обломочные зерна в песчаниках. Слабо распространен. Пластинки, листочки	В. сов. по (001)	При одном николе бесцветный прозрачный. Интерференционная окраска яркая пестрая третьего порядка. Псевдоабсорбция. $N_g = 1,588-1,624$, $N_m = 1,582-1,619$, $N_p = 1,552-1,570$, $N_g - N_p = 0,036-0,054$. Погасание прямое	Высокая устойчивость к выветриванию. Разновидности: серицит <0,1 мм, иллит <0,01 мм

1	2	3	4	5
Обломки горных пород	Обычные компоненты грубообломочных пород и граувакковых песчаников. Обломки поли-, значительно реже мономинеральные зерна		Окраска при одном никеле любая, обычно темно-серая, коричневая, зеленая различных оттенков, часто пятнистая. В скрещенных николях обнаруживается агрегатное строение	
Опал. $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Аморфный	Образует собственные породы, конкреции. Слагает органические остатки; полосатые натечные формы, округлые стяжения, сплошные однородные массы. Слагает силициты	Отсутствует	При одном никеле бесцветный прозрачный; редко за счет тонкодисперсных механических примесей бледно окрашен: желтоватый, сероватый, зеленоватый, др. Изотропный. $N = 1,440-1,460$	Со временем наблюдается раскристаллизация до халцедона
Плагиоклазы (альбит – анортит). $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ – $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$. Триклинная	Обычные минералы терригенных пород, чаще аркозовых, граувакковых песчаников. Обломочные зерна	Сов. по (001), средн. по (010)	При одном никеле бесцветны прозрачны. Интерференционная окраска серовато-белая первого порядка. $N_g = 1,538-1,590$, $N_m = 1,531-1,585$, $N_p = 1,527-1,577$, $N_g - N_p = 0,007-0,013$	Часто полисинтетическое двойникование, хорошо видимое в скрещенных николях. Вторичные изменения: серицитизация, пелитизация. Пертиты

1	2	3	4	5
Роговая обманка. $(Ca,Na,K)_{2-3} \times$ $\times(Mg,Fe,Al)_5 \times$ $\times[Si_3(Si,Al)O_{11}]_2$ $(OH,F)_2$. Моноклинная	Нередко в обломочных породах Призматические и удлиненно-призматические зерна. Обломочные зерна	Сов. по призме (110) под углом $\sim 56^\circ$	При одном никеле зеленый или зеленовато-бурый цвет. Плеохроизм резкий: от коричнево-зеленого до желто-зеленого, светло-желтого. Интерференционная совпадает с собственной. $N_g = 1,644-1,704$, $N_m = 1,637-1,697$, $N_p = 1,630-1,678$, $N_g-N_p = 0,014-0,026$. Угол погасания $15-27^\circ$	Слабая устойчивость к выветриванию. Может замещаться хлоритом, глинистыми минералами, гидроокислами железа
Углистое вещество	Образует собственные породы. Часто в виде рассеянной массы в песчаниках, алевролитах, глинистых породах, карбонатах		При одном никеле обычно черная, реже бурая, красно-бурая, желто-оранжевая окраска. Рассеянное вещество оптически аморфно	Придает породе серую, черную окраску в зависимости от содержания
Халцедон. SiO_2 . Тригональная	Образует собственные породы, конкреции. Концентрически-зональное строение или полосатые натечные формы, округлые стяжения, сплошные однородные массы. Зернистые и волокнистые агрегаты	В. несов.	При одном никеле бесцветный прозрачный. Интерференционная окраска серовато-белая первого порядка. Погасание прямое. $N_e = 1,533-1,539$, $N_o = 1,530-1,531$, $N_e-N_o = 0,007-0,008$	Часто перекристаллизация с укрупнением зерен: переходит в кварц

Примечание. Перечисленные в таблице минералы могут встречаться в виде обломочных зерен (кварц, полевые шпаты, слюды, обломки горных пород), являться цементом обломочных пород (гипс, кальцит, доломит, глинистые минералы), образовывать самостоятельные горные породы (кальцит, доломит, гипс, ангидрит, глинистые минералы)

4. ИЗУЧЕНИЕ ШЛИФОВ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

В качестве примеров в настоящем пособии приводятся характеристики структур некоторых широко распространенных осадочных пород, к числу которых относятся песчаники и карбонаты. В силу относительно небольшой величины частиц, слагающих названные породы, их изучение наиболее целесообразно проводить под поляризационным микроскопом.

4.1. Песчаные породы

Песчаные породы, часто называемые псаммитами или аренитами, более чем на 50% состоят из обломочных (аллотигенных) зерен песчаной размерности (1,0–0,1 мм). Среди них различают пески (несцементированные образования, состоящие лишь из обломочного материала) и песчаники (сцементированные образования).

В составе песчаников различают обломочную часть и цемент. В зависимости от степени отсортированности в песчаных породах может присутствовать примесь более тонкообломочных частиц, что позволяет выделять в составе песчаников, равно как и в других обломочных породах, матрикс или заполняющую массу (рис. 4).

Обломочная часть песчаников состоит из обломков минералов и горных пород, которые образуются при выветривании магматических, метаморфических и более древних осадочных образований, слагающих области сноса.

Основными компонентами обломочной части песчаных пород в подавляющем большинстве случаев являются кварц, полевые шпаты и обломки горных пород. Поэтому в основу классификации (номенклатуры) песчаных пород по составу их обломочной части может быть положено соотношение этих трех компонентов (рис. 5).

Структуры песчаных пород различаются по степени сортировки, абсолютной величине и форме обломков, а также взаимоотношению обломочной части и цемента.

1. По степени сортировки или по относительному размеру частиц обломочного материала выделяют:

- равномернозернистые структуры (обломочные частицы имеют приблизительно одинаковый размер);
- неравномернозернистые структуры (обломочные частицы имеют различную величину).

2. По абсолютной величине обломочных частиц выделяют:

- крупнозернистые структуры (обломки имеют размер 1,0–0,5 мм);
- среднезернистые структуры (0,5–0,25 мм);
- мелкозернистые структуры (0,25–0,1 мм).

3. По форме обломочных частиц выделяют (рис. 6 а, б, в): окатанные, полуокатанные, угловатые зерна (по степени окатанности).

Помимо механического изменения формы зерен при транспортировке обломочного материала в область осадконакопления морфология обломочных частиц может изменяться и на стадиях диа-, ката- и метагенеза, особенно двух последних. При этом обломочные зерна могут стать коррозионными или регенерированными – вторично приобретенные формы зерен в результате растворения или ориентированного нарастания того же минерала, соответственно (рис. 6 г, д).

4. По взаимоотношению обломочного материала и цемента, т. е. количества, распределения и структуры последнего выделяют (рис. 7):

а) по относительному количеству обломочных зерен и цемента:

- цемент базальный и
- цемент поровый;

б) по пространственному распределению цемента в объеме породы:

- цемент контактовый (соприкосновения),
- цемент пленочный,
- цемент сгустковый,
- цемент выполнения;

в) по относительной величине зерен цемента:

- равномернозернистый и
- неравномернозернистый цемент;

г) по абсолютной величине зерен цемента:

- грубозернистый (пойкилитовый) цемент, размер зерен более 1,0 мм;
- крупнозернистый, 1,0–0,5 мм,
- среднезернистый, 0,5–0,25 мм,
- мелкозернистый, 0,25–0,1 мм,
- тонкозернистый, 0,1–0,01 мм,
- микрозернистый, размер зерен менее 0,01 мм,
- цемент аморфный (нет зерен);

д) по особенностям строения аутигенных минералов, цементирующих обломочные зерна:

- цемент кристификационный,
- цемент регенерационный,
- коррозионный цемент,
- независимая цементация.

Схема описания песчаных пород может быть следующей.

1. Название песчаника. Определяется по схеме классификации песчаных пород.

2. Структура обломочной части:

а) абсолютный размер зерен,

- б) степень сортировки зерен,
- в) форма зерен.

3. Текстура песчаника. Определяется большей частью макроскопически. Но микротекстурные признаки, например микрослоистость, определяются и в шлифе.

4. Минеральный состав обломочной части: перечисляются и кратко описываются минеральные компоненты в порядке убывания. Указывается содержание компонентов.

5. Цемент песчаника:

- а) тип и количество (в процентах) цемента в объеме породы (см. п. 4 а, б),
- б) минеральный состав цемента,
- в) структура цемента (относительный и абсолютный размер зерен),
- г) взаимодействие цемента и обломочных зерен (см. п. 4 д).

6. Другое. Могут быть: конкреции, органические остатки, прожилки и пр.

7. Даются сведения об условиях образования песчаника, характере постседиментационных изменений.

Краткое описание основных типов песчаников приведено на рисунках 8-11.

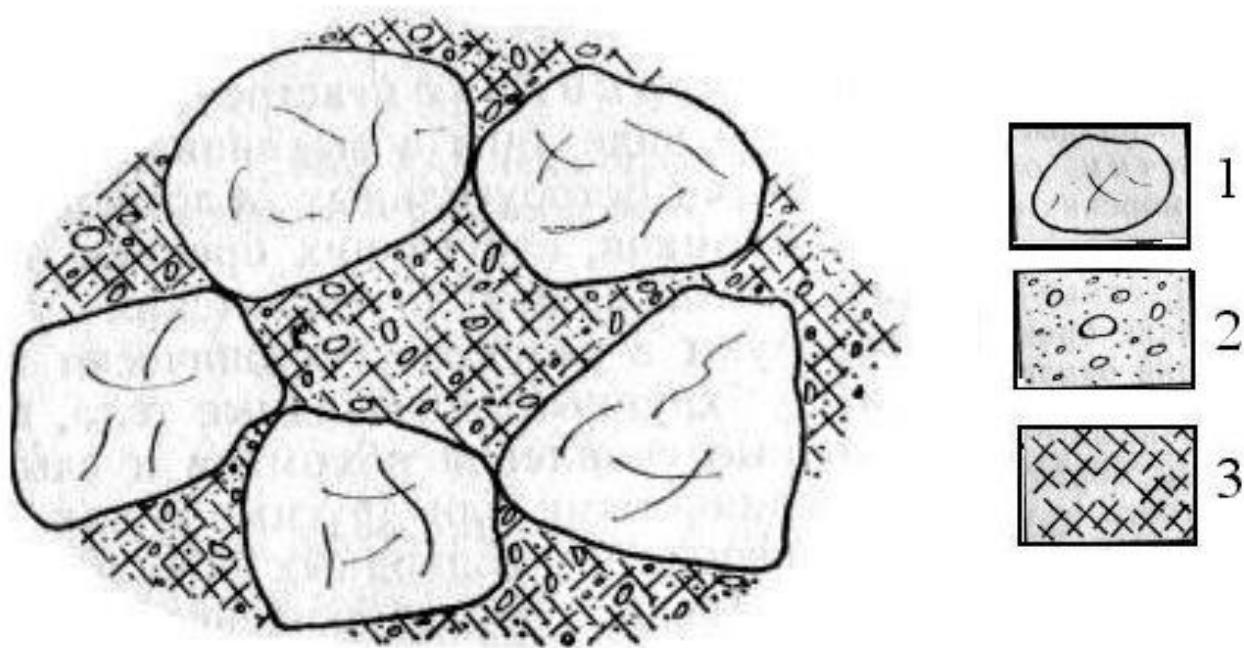


Рис. 4. Основные компоненты структуры обломочных пород:

1 – обломки минералов и пород, 2 – матрикс, 3 – цемент

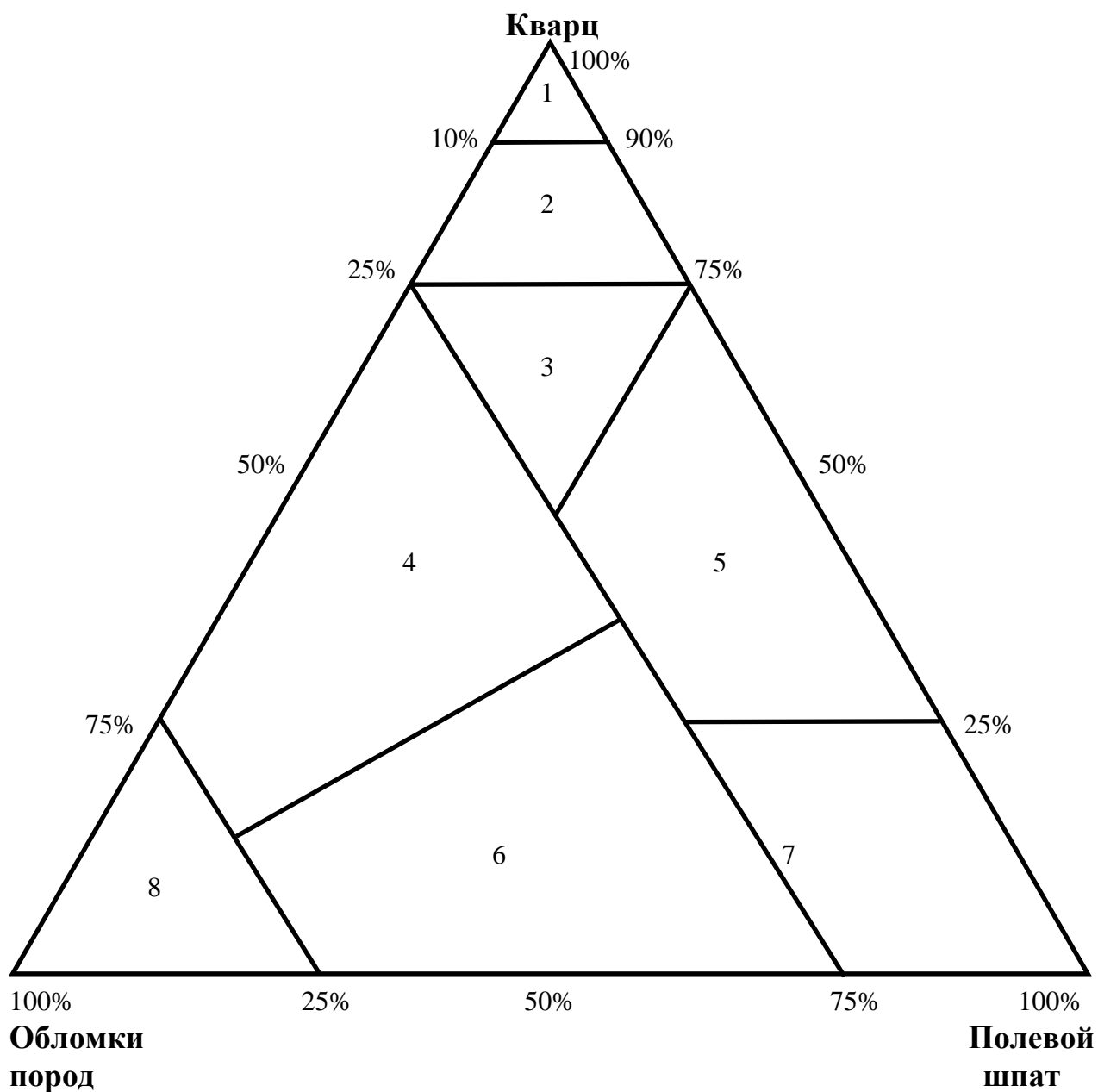


Рис. 5. Одна из схем классификации песчаников по составу их обломочной части:

1 – кварцевые, 2 – олигомиктовые, 3 – мезомиктовые, 4 – кварцевые граувакки, 5 – аркозы, 6 – полевошпатовые граувакки, 7 – полевошпатовые, 8 – граувакки

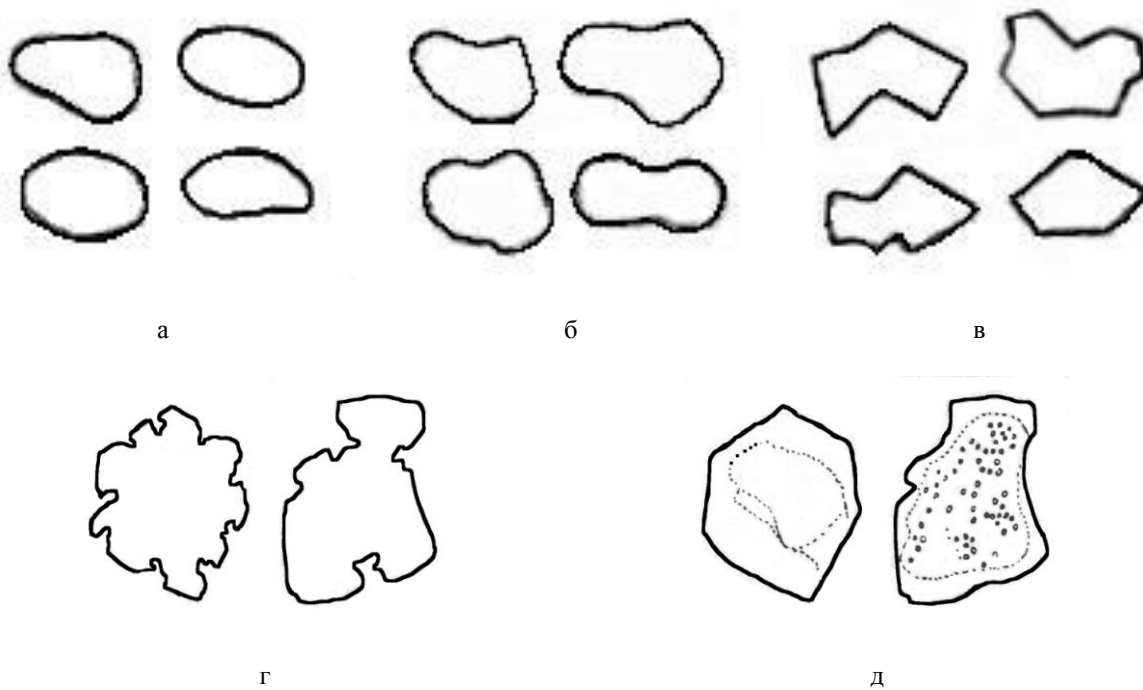
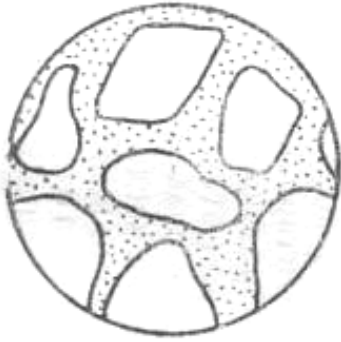


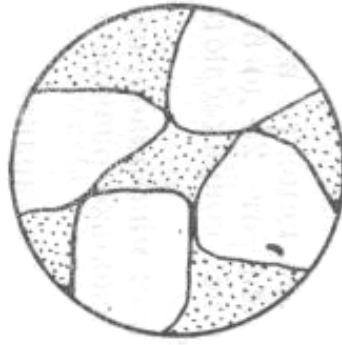
Рис. 6. Морфология обломочных частиц.

*По степени окатанности: а – окатанные, б – полуокатанные,
в – угловатые.*

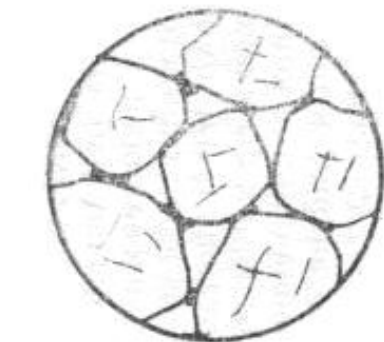
По степени постседиментационной измененности: г – корродированные, д – регенерированные



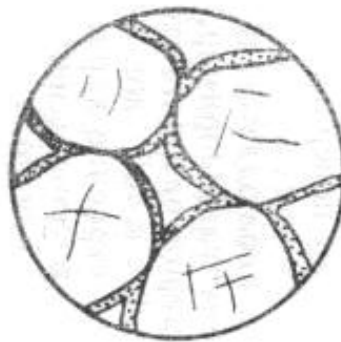
Цемент базальный выполнения. Заполняет все пространство между обломочным материалом. Обломочные зерна не соприкасаются друг с другом



Цемент поровый выполнения. Цемент находится в пространстве между плотно сдвинутыми соприкасающимися обломочными зернами. Цемент выполняет (заполняет) все пространство между обломочным материалом



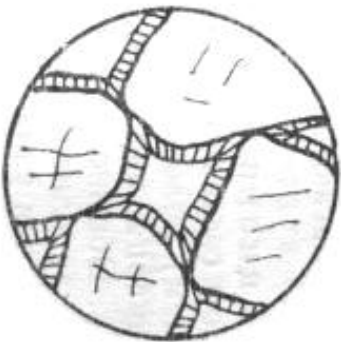
Цемент контактовый (соприкосновения). Цемент мало, он находится только в местах контакта (соприкосновения) зерен



Цемент пленочный. Связывает обломки, покрывая их тонким слоем (пленкой)



Цемент базальный сгустковый. Распределен неравномерно, образует сгустки. Часть пространства между обломками не заполнена цементом



Цемент корустификационный. Зерна цемента в виде корочек нарастают на обломочные зерна



Поиклиловый цемент. Зерна цемента по размеру больше обломочных зерен



Цемент регенерационный. Нарастает на обломках в той же самой оптической ориентировке

Рис. 7. Некоторые типы структур песчаников

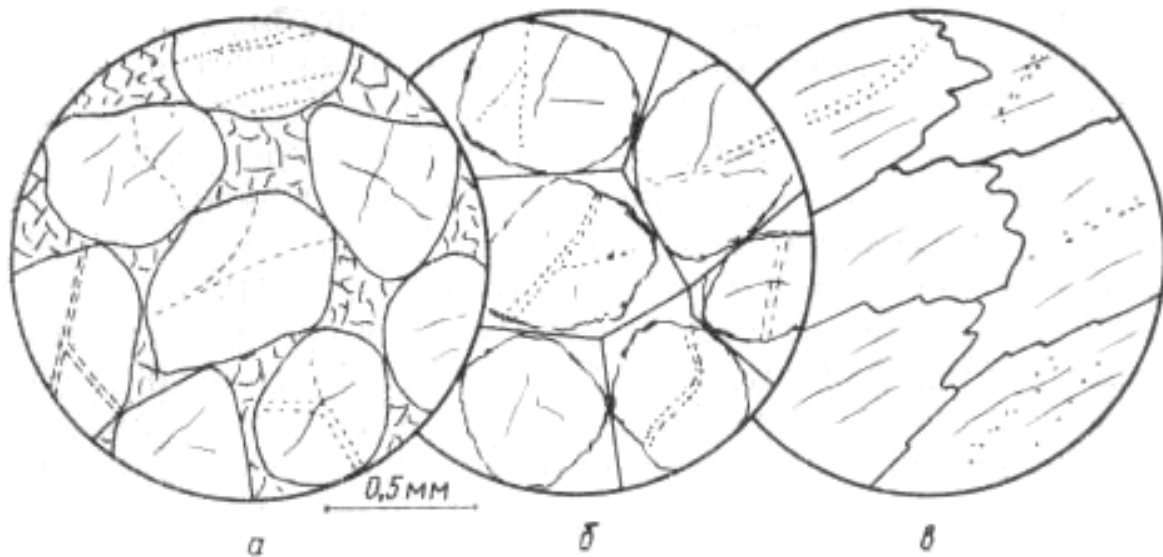


Рис. 8. Песчаники мономинерально-кварцевые:

а – кварцевый песчаник (цемент тонкозернистый, представлен аутигенным кварцем);

б – кварцитовидный песчаник (кварцевый цемент регенерационного строения);

в – кварцит (обломочные зерна полностью перекристаллизованы, метаморфическая порода).

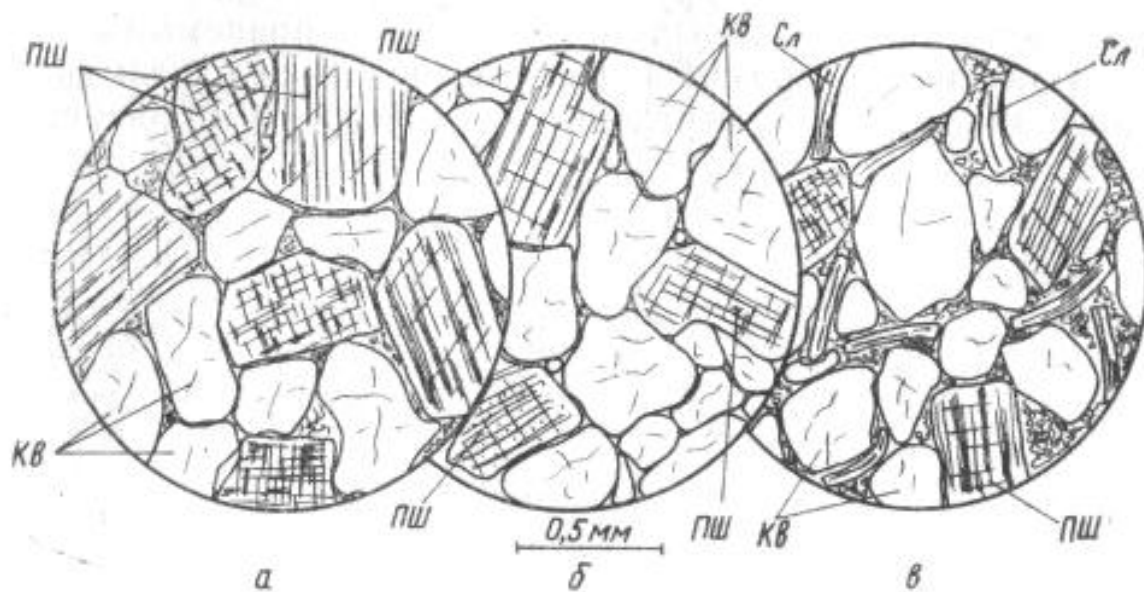


Рис. 9. Песчаники аркозовые и субаркозовые:

а – песчаник аркозовый с небольшим количеством глинисто-лимонитового цемента;

б – песчаник субаркозовый, почти без цемента;

в – песчаник субаркозовый с мусковитом, цемент глинисто-халцедоновый;

Кв – кварц, ПШ – полевые шпаты, Сл – слюда.

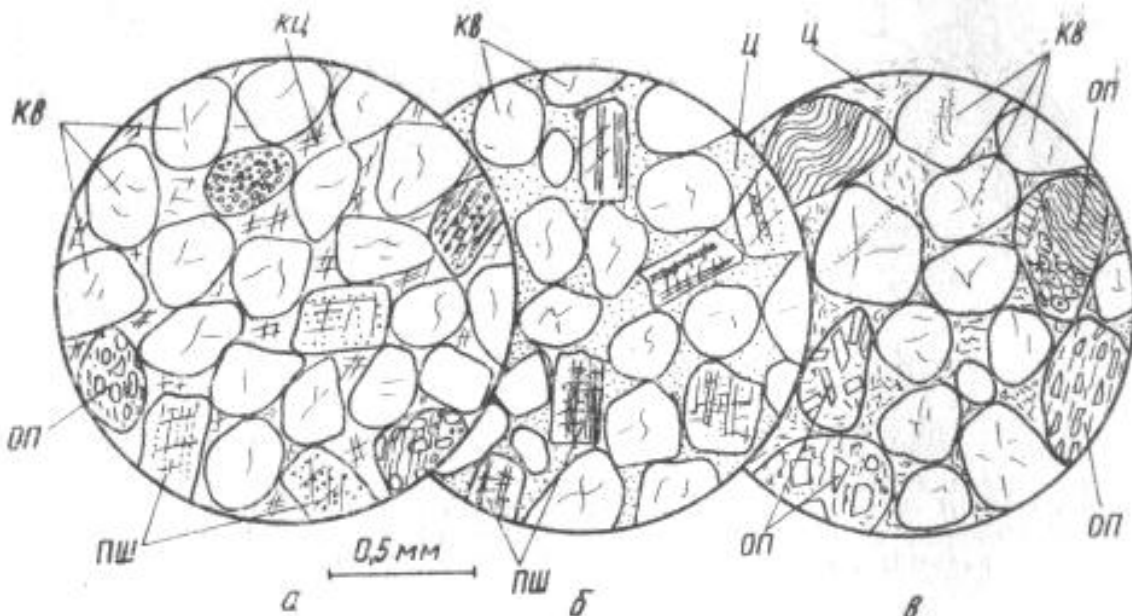


Рис. 10. Песчаники олигомиктовые, аркозово-кварцевые и граувакково-кварцевые:

- а* – песчаник олигомиктовый с кальцитовым цементом;
б – песчаник аркозово-кварцевый с лимонитово-глинистым цементом;
в – песчаник граувакково-кварцевый с хлоритово-глинистым цементом;
 Кв – кварц, ПШ – полевые шпаты, ОП – обломки пород; КЦ – кальцитовый цемент; Ц – цемент.

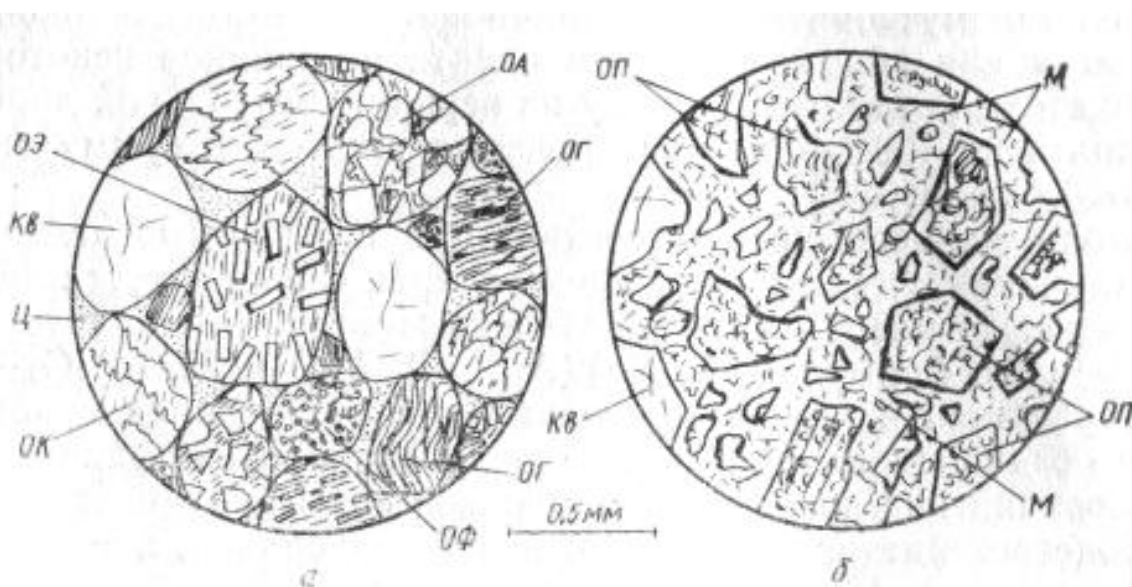


Рис. 11. Песчаники граувакковые:

- а* – песчаник граувакковый с кремнисто-глинисто-хлоритовым цементом (Кв – кварц, ОК – обломки кварцитов, ОЭ – обломки эффузивов, ОА – обломки алевритов ОФ – обломки фельзитовой массы эффузивов, ОГ – обломки глинистых сланцев и филлитовых сланцев, Ц – цемент);
б – песчаник граувакковый с большим количеством матрикса (обломки пород сильно изменены, хлоритизированы, серицитизированы; матрикс – глинисто-серицит-хлоритовая масса, почти непрозрачная; Кв – кварц, ОП – обломки пород, М – матрикс).

4.2. Карбонатные породы

Структуры карбонатных пород (известняки, доломиты) определяются генезисом породы, ее минеральным составом, характером постседиментационных процессов, воздействовавших на породу. Следует подчеркнуть, что в силу слабой устойчивости карбонатов к вторичным процессам в них широко развиты явления перекристаллизации с изменением размера зерен и структуры породы в целом, метасоматические замещения (например, доломитизация, окремнение, сульфатизация известняков) и др.

В составе любой карбонатной породы можно выделить две основные формы нахождения порообразующего кальцита и/или доломита. Особенности их структуры часто позволяют установить условия образования (генезис) породы. Это кальцит (и/или доломит) различного строения, формирующий так называемые форменные компоненты и зернистый неформенный кальцит (и/или доломит), занимающий пространство между форменными элементами или слагающий основную массу породы.

К компонентам известняков относятся следующие:

1. Форменные компоненты, т. е. те структурные компоненты, по которым можно определить генезис:

- скелетные части организмов, их обломки;
- раковины организмов, продукты их грануляции, их обломки;
- водоросли и их обломки;
- карбонат, образующий строматолиты и онколиты;
- оолиты;
- пеллеты;
- литокласты – обломки более древних карбонатных пород (их происхождение связано с эрозией);
- интракласты – фрагменты (обломки) частично литифицированного карбонатного осадка, который подвергся разрушению и переотложению (в виде обломков) в пределах бассейна седиментации.

2. Неформенные компоненты: зерна карбонатов, образующих зернистую структуру – микрит ($< 0,01$ мм) и спарит ($> 0,01$ мм).

В карбонатных породах выделяют следующие основные типы структур:

1. Зернистые структуры.

1.1. Среди них по относительной величине зерен выделяют:

- равномернозернистые;
- неравномернозернистые;
- порфиривидные (порфиробластовые).

1.2. По абсолютной величине зерен:

- грубозернистые, размер зерен более 1,0 мм;

- крупнозернистые, 1,0–0,5 мм;
- среднезернистые, 0,5–0,25 мм;
- мелкозернистые, 0,25–0,1 мм;
- тонкозернистые, 0,1–0,01 мм;
- пелитоморфные, размер зерен менее 0,01 мм.

1.3. По пространственной ориентировке зерен:

- беспорядочно зернистые;
- ориентированно зернистые,

1.4. По морфологии зерен:

- незубчатая;
- зубчатая;
- мозаичная.

2. Органогенные структуры. Характеризуются наличием многочисленных органических остатков зоогенной и/или фитогенной природы, а также продуктов их жизнедеятельности, сцементированных зернистым кальцитом.

2.1. Среди них по степени механической сохранности органических остатков выделяют:

- биоморфные структуры (хорошая сохранность органических остатков);
- детритовые структуры (обломки органических остатков размером более 0,1 мм);
- шламовые (обломки органических остатков размером менее 0,1 мм);
- гранулированные органические остатки – органические остатки, подвергшиеся переработки цианобактериями;
- пеллеты и пелоиды – яйцообразные фекальные пеллеты.

2.2. По родовому (видовому) составу органических остатков различают следующие структуры:

- фораминиферовая;
- нуммулитовая;
- криноидная;
- мшанковая и др.

3. Обломочные структуры. Характеризуются наличием обломков карбонатного состава, сцементированных зернистым кальцитом.

3.1. Среди них по относительной величине зерен, являющихся обломками карбонатов, выделяют:

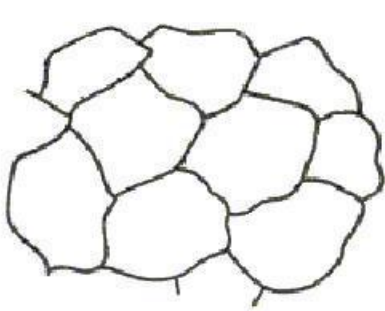
- равномернозернистые и
- неравномернозернистые.

3.2. По абсолютной величине зерен:

- грубообломочные или псефитовые, размер зерен более 1,0 мм, породы в зависимости от окатанности обломков карбонатов называются брекчиями или конгломератами;
- псаммитовые, 1,0–0,1 мм и т. д.

4. Оолитовые структуры. Характеризуются наличием шаровидных или эллипсоидных тел (оолитов) с концентрически-зональным строением. В центре оолитов может находиться зерно некарбонатного материала (обломок кварца, полевого шпата, раковины) или быть пустотка. Промежутки между оолитами выполнены зернистым кальцитом.

Некоторые типы структур карбонатных пород приведены на рис. 12.



Равномернозернистая структура известняка.



Органогенная структура известняка



Оолиты



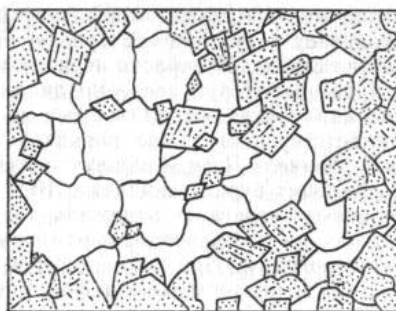
Строматолиты



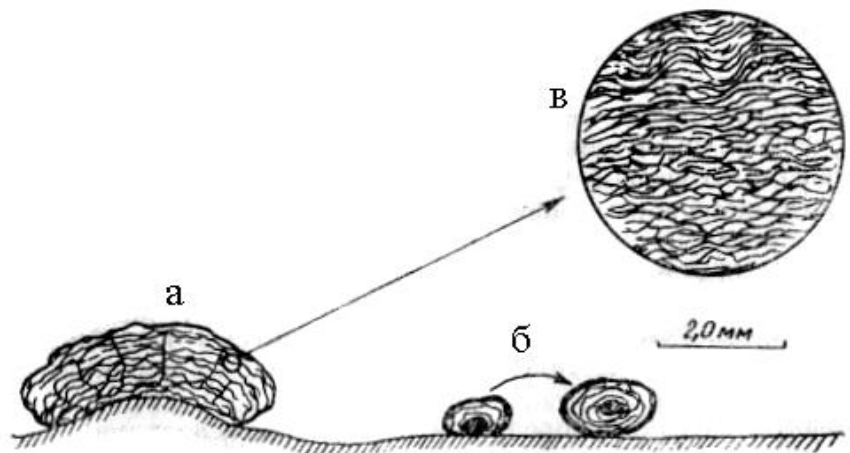
Доломитизированный онколитовый известняк



Доломитизированный оолитовый известняк



Доломитизированный зернистый известняк



Строматолит (а) и онколиты (б) на дне моря; структура строматолита под микроскопом (в)

Рис. 12. Некоторые типы карбонатных пород

Схема описания карбонатных пород

1. При описании шлифов карбонатных пород в первую очередь обращается внимание на основной тип структуры: органогенный, зернистый, оолитовый, обломочный.

2. Дается описание основного типа структуры породы, указывается доля основной структуры в шлифе.

3. Приводится описание второстепенной структуры карбонатной породы. Обычно это зернистая структура для органогенных, оолитовых, обломочных пород. При этом зернистый карбонат играет роль цемента для органических остатков, оолитов, обломков. Указывается доля цемента.

4. Обращается внимание на наличие пористости, кавернозности.

5. Другое. Могут быть: конкреции, прожилки и пр.

6. Даются сведения об условиях образования карбонатной породы, характере постседиментационных изменений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов В. Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение: учебное пособие для вузов / В. Г. Кузнецов – М.: Недра-Бизнесцентр, 2007. – 511 с.
2. Наумов В. А. Оптическое определение компонентов осадочных пород / В. А. Наумов – М.: Недра, 1989. – 347 с.
3. Фролов В. Т. Литология в 3 кн. / В. Т. Фролов – М.: Изд-во МГУ, 1992, 1993, 1995. Кн. 1, 2, 3. – 336 с., 300 с., 352 с.
4. Япаскурт О. В. Литология: учебник для студентов вузов / О. В. Япаскурт – М.: Академия, 2008. – 328 с.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. <http://www.lithology.ru>
2. <http://www.jurassic.ru/amateur.htm#4>