

## **2. ПРАВИЛА И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОПИСАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПО КЕРНУ СКВАЖИН**

### **2.1. Содержание работ и последовательность описания образцов керна**

После определения общей характеристики слоя приводится его полная литологическая характеристика. Все выявленные особенности пород зарисовывают или фотографируют, иллюстрации помещают в описаниях разрезов.

При детальном описании горной породы должны быть приведены следующие данные:

а) название породы с указанием характерных примесей или составных минеральных частей, если наименование этой примеси или составной части неотделимо от названия породы (например, песчаник алевроитовый);

б) цвет породы во влажном и сухом состоянии;

в) текстура породы (первичная и сингенетическая);

г) наличие органических остатков (растительного и животного происхождения), условия их залегания, степень сохранности, минеральное замещение, по возможности, палеонтологическая принадлежность;

д) структура породы, определяемая ее гранулометрическим составом, т. е. размерами слагающих породу частиц, их формой и окатанностью;

е) особенности минералогического состава, в обломочных породах – состав и характер цемента, содержание карбонатов (кальцита, доломита, сидерита), в хемогенных и биогенных породах – минеральный состав компонентов;

ж) наличие включений и конкреций;

з) степень уплотнения породы;

и) наличие видимых невооруженным глазом пор или пустот (каверн) – их размеры, очертания, распределение в породе;

к) наличие, ориентировка, морфология, раскрытость и выполнение трещин, по возможности, определяют происхождение трещин (диагенетические, катагенетические, тектонические и др.);

л) наличие газообразных, жидких углеводородов и битума, их признаки в кернах.

Особое внимание при описании керна следует уделять признакам породы, которые смогут не сохраниться при длительном хранении и перевозке керна, например, присутствие включений, легко выпадающих

из породы, влажность, запах, признаки нефтегазонасыщенности, слабые признаки слоистости и другие особенности, наблюдаемые иногда лишь во влажном состоянии.

Попутно с описанием керна рекомендуется отмечать места (или отбирать образцы) для различных видов анализа. Нумерация образцов должна быть сквозная по всей скважине, желательно из одного куска отбирать образцы на различные виды анализа, присваивая им один номер.

Особенно осторожно отбираются образцы ископаемых остатков фауны и флоры. При этом образцы с крупными остатками флоры и фауны по возможности берут полностью, не разбивая; извлечение (препарирование) ископаемых остатков осуществляется в специальных лабораториях.

Отобранные на анализы образцы удобнее всего регистрировать в специально предназначенной для этого колонке, расположенной слева от описания пород, в ней указывается номер образца, место его взятия и вид анализа. Кроме того, на отобранные образцы для каждого вида анализа составляется ведомость отбора образцов с указанием тех же данных.

## **2.2. Определение названия породы**

Разрезы терригенных осадочных толщ, вмещающих залежи нефти и газа, сложены песчаниками, алевролитами, глинистыми породами, содержат прослой конгломератов, гравелитов, угля, сидеритовых пород, бокситов др. (рис. 2.1).

Чаще всего породы имеют сложный состав, и содержат в том или ином количестве материал другого литологического состава (например: песчаники содержат алевролитовые и глинистые частицы, глины могут содержать песчаный и даже гравийный материал и т.д.), вследствие чего иногда трудно дать им правильное название.

Главные элементы в названии терригенных пород – это их структурные особенности и минеральный состав (табл. 2.1).

Обычно название пород складывается из 2 или нескольких понятий: указывается литологический тип пород (например: песчаник, алевролит и т.д.), их его структурные характеристики – размер обломочных зерен (например: песчаник мелкозернистый).

Если вторичные изменения в породах имеют существенное значение, то в названии отражают их наличие (например: глина пиритизированная, песчаник карбонатизированный, аргиллит трещиноватый и т.д.).



Рис. 2.1. Основные типы пород терригенных толщ:  
 А – уголь; Б – глинистая порода; В – алевролит; Г – песчаник; Д – гравелит; Е –  
 внутриформационный конгломерат, Ж – брекчия

Таблица 2.1

Определение названия терригенных пород по размерам обломков, степени их окатанности и цементации, по Н.В. Логвиненко [13, 14]

Название пород		Название сцементированных пород по степени окатанности и размерам обломков		Название пород по размеру обломков	Размер обломков, мм
рыхлых	сцементированных	окатанные	неокатанные		
галька, <u>щебень</u>	галечник	конгломерат (галечник)	брекчия	крупная	10–100
галька, <u>щебень</u>	галечник			средняя	25–50
галька, <u>щебень</u>	галечник			мелкая	10–25
гравий	гравелит			крупный	5–10
гравий	гравелит			средний	2,5–5
гравий	гравелит			мелкий	1–2,5
песок	песчаник			крупнозернистый	0,5–0,1
песок	песчаник			среднезернистый	0,25–0,5
песок	песчаник			мелкозернистый	0,1–0,25
алеврит	алевролит			крупнозернистый	0,05–0,1
алеврит	алевролит			среднезернистый	0,025–0,05
алеврит	алевролит			мелкозернистый	0,01–0,025
глина	аргиллит				менее 0,01

*Примечание: В графе 1 (Наименования рыхлых пород) подчеркнутые названия – щебень – применяются для пород с неокатанными обломками.*

Если визуально в породе определяется наличие обломков разных по размерности классов, то в названии указываются все видимые классы с указанием характерных примесей. При этом существует несколько способов наименования породы смешанного гранулометрического состава.

Первый способ заключается в констатации факта присутствия обломков разной размерности. При этом на первом месте указывается размерность фракции, содержание которой в породе меньше: например, название «песчаник мелко-среднезернистый» означает, что в его составе преобладает среднезернистая фракция (размер обломков 0,25–0,5 мм), а количество мелкозернистой (0,1–0,25 мм) фракции сокращено.

Второй способ заключается в применении в словах суффиксов: -ист, -ов, -ный. Суффикс -ист означает незначительную примесь, в пределах 5–25 %; суффикс -ов и -ный – содержание до 25–50 %. Сравните: песчаник алевритовый (содержание алевритовой фракции 25–50 %) и песчаник алевритистый (содержание алевритового материала 5–25 %).

Если содержание материала с размерностью другого класса составляет менее 5 %, то используют слово «примесь»: фраза «песчаник с примесью гравия» означает, что содержание обломков размером от 1 до 10 мм составляет не более 5 %.

### 2.3. Определение и описание окраски пород

Окраска (цвет) осадочных пород является одной из самых наглядных их особенностей. Она зависит от многих факторов (рис. 2.2) и чаще всего связана с генезисом пород, отражая особенности их вещественного состава и физико-химические условия осадконакопления.

Окраска терригенных пород часто определяется составом обломков и цемента. Окраска пород, обусловленная цветом обломочных компонентов, называется *унаследованной (первичной)*, а окраска пород, связанная с цветом аутигенных минералов цемента, носит вторичный характер и называется *сингенетичной* [21]. Так, унаследованно окрашенные мономинеральные кварцевые песчаники, обычно имеют белый цвет; песчаники, состоящие в основном из ортоклаза, окрашены в розовый цвет; граувакковые песчаники с высоким содержанием эффузивов окрашены в зеленый, серый или черный цвет; алевриты и глинистые породы с высоким содержанием аллотигеного хлорита приобретают зеленый цвет.

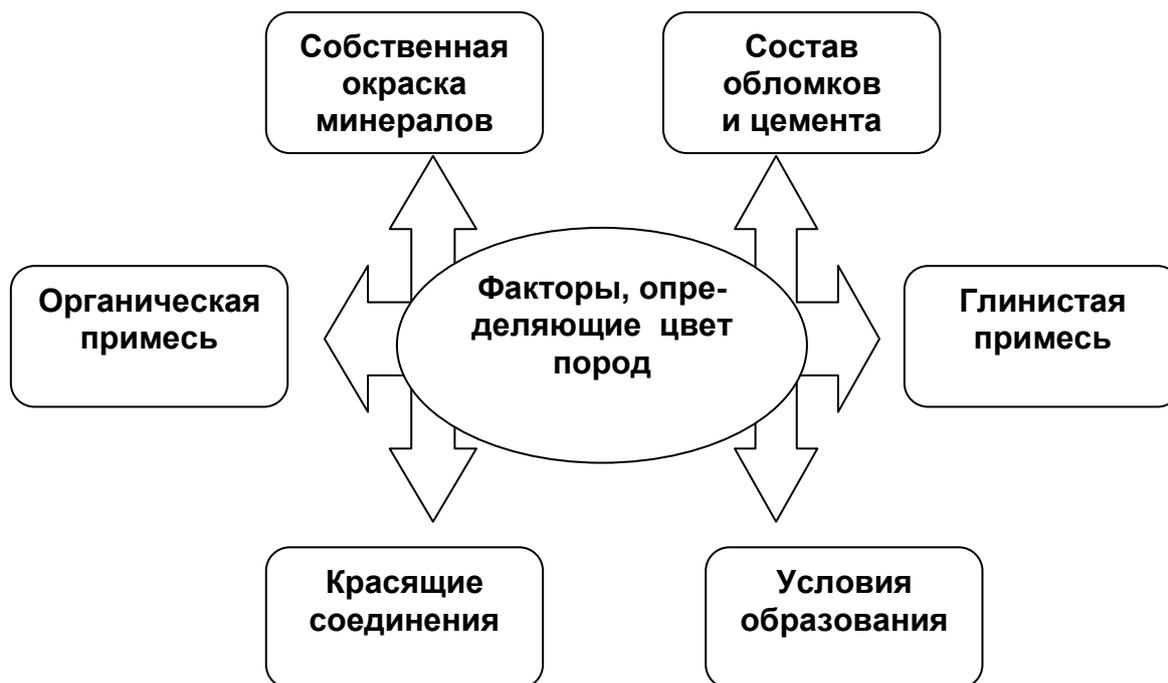


Рис. 2.2. Факторы, определяющие окраску пород

Сингенетичная зеленая окраска алевролитов и глин может быть вызвана высоким содержанием в них аутигенного глауконита и хлорита, бурая – наличием пленок гидроокислов вокруг обломочных зерен, в цементе и в матрице породы (рис. 2.3).

Вторичные окраски пород образуются и на более поздних этапах при изменении пород на различных стадиях литогенеза: химическом изменении пород при выветривании; перераспределении вещества при диагенезе и катагенезе. Они обусловлены также процессами более позднего преобразования пород: растворением под действием мигрирующих растворов, заполнением тектонических трещин минеральным веществом и т.д. Признаками вторичности такой окраски служат: зональность изменения; связь с конкрециями и трещинами; пятнистое распределение, несогласованность со слоистостью [21].

При макроскопических исследованиях грубообломочных пород унаследованный и сингенетичный характер окраски устанавливается достаточно легко, напротив, при изучении мелкообломочных и глинистых пород установление первичности и вторичности окраски часто затруднено и требует более тщательных микроскопических исследований. Более поздние окраски, как правило, носят и более отчетливый характер; распознавание их в керне чаще всего не вызывает затруднений.



светло-серый  
цвет песчаника



серый цвет  
каолинит-  
гидрослюдистой  
глинистой породы



черный цвет угля,  
белый цвет каоли-  
новой  
глины



бурый цвет  
песчаника за счет  
лимониттизации



Коричнево-бурый  
цвет глинистой  
породы, содер-  
жащей окисное  
железо



сизовато-синий  
цвет глинистой  
породы, обога-  
щенной закисным  
железом



зеленовато-серый  
цвет хлорит-  
гидрослюдистой  
глинистой породы



зеленый цвет  
глауконит-  
содержащего алев-  
ролита

Рис. 2.3. Примеры окраски осадочных пород терригенных разрезов

В общем случае окраски хемогенных и терригенных пород определяются:

- **собственной окраской** минеральных зерен, слагающих породу (чем меньше посторонних примесей, тем светлее окрашена порода: известняки – белый цвет, известняки глинистые – серый цвет, известняки углистые – черный цвет);
- **количеством и составом глинистых примесей** (зеленый цвет – глауконит и хлорит, белый – каолинит, серый – гидрослюда);
- **количеством органических примесей** (серый цвет – низкое содержание; черный – высокое);
- **содержанием соединений железа** (красный цвет – присутствие безводной окиси железа – гематит; бурый и желтый – лимонит; черный – сажистый пирит);
- **содержанием окисных соединений марганца** (черный цвет).
- **условиями образования**: для пород глеевой (восстановительной

без сероводорода) обстановки характерна сизая, серая и зеленоватая окраска; для пород восстановительной сероводородной обстановки – черная, серая, реже зеленая; породы, образованные в окислительной обстановке имеют бурую, красную, оранжевую, желтую окраску или оттенок за счет окисного железа;

- **степень свежести пород:** в ряду «свежие породы – слабо выветрелые – сильно выветрелые» меняется тон окраски пород от более темного до светлого (блеклого).

Определение окраски пород заключается в фиксировании их цветовой характеристики по однородности, тональности и насыщенности, по распределению цвета и по его отношению к текстурам пород.

Чтобы устранить субъективный подход к определению цвета пород (известно, что один и тот же цвет разные люди воспринимают по-разному), рекомендуется пользоваться строго определенными цветовыми определениями, используя как основные цвета спектра (красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый), так и наиболее распространенные цвета: серый, белый, черный, бурый и т.д. Возможно составление цветовых шкал [22].

Для усиления различий в окраске пород основной цвет дополняют оттенком. Под ним понимается как изменение интенсивности окраски (светло-серый, темно-серый), так и цвета (буровато-серый, почти черный, зеленовато-серый, вишнево-бурый и т.п.). При характеристике оттенка возможно использование бытовых цветовых терминов: кирпично-красный, грязно-белый, лимонно-желтый.

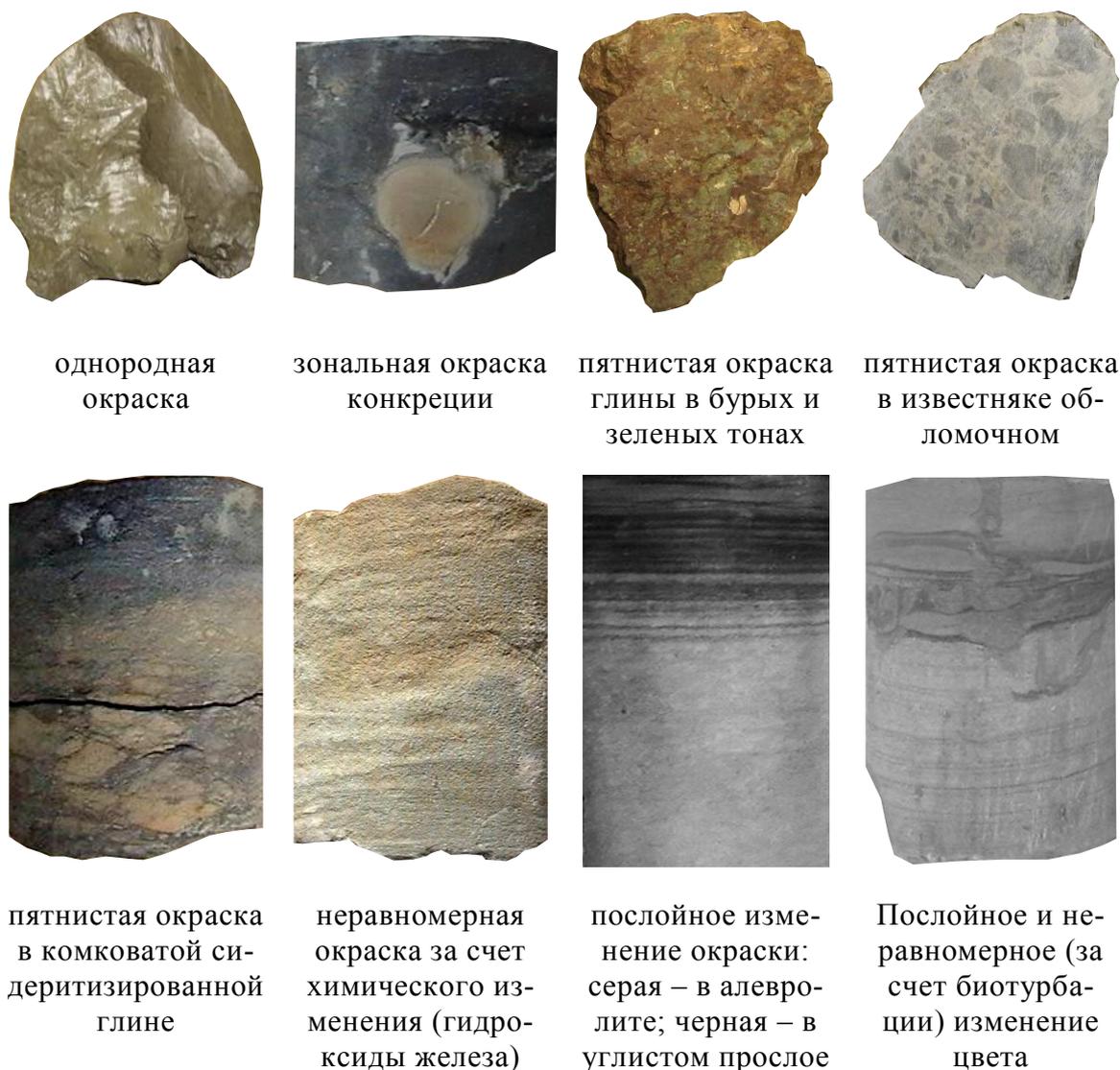
При описании окраски породы сначала указывается оттенок, а затем основной цвет. Следует избегать сложных определений цвета (серобуро-малиновый, зеленовато-буро-серый и т.п.), а также употребления терминов «пестроцветный», «зеленоцветный», «красноцветный» и т.д., без указания цветов и оттенков.

Если на фоне преобладающего основного цвета, выделяются другие цвета, то указывается характер распределения и переходов одного цвета в другой (мелкие пятна с резкими переходами; постепенное изменение цвета и т.д.).

В случаях, если порода имеет неравномерную окраску (рис. 2.4), фиксируют ее характер: неравномерная (с постепенными переходами, пятнистая, полосчатая, зональная). Указывают отношение окраски к текстурным элементам (слоистости, конкрециям, включениям, прожилкам и т.д.).

По возможности, указывают причины первичной (цвет минералов, тонко рассеянный растительный детрит и т.д.) и вторичной (изменение

цвета за счет химических процессов при диагенезе и катагенезе) окрасок.



однородная окраска

зональная окраска конкреции

пятнистая окраска глины в бурых и зеленых тонах

пятнистая окраска в известняке обломочном

пятнистая окраска в комковатой сидеритизированной глине

неравномерная окраска за счет химического изменения (гидроксиды железа)

послойное изменение окраски: серая – в алевролите; черная – в углистом прослое

Послойное и неравномерное (за счет биотурбации) изменение цвета

Рис. 2.4. Примеры равномерной и неравномерной окрасок пород

Цвет меняется также в зависимости от степени увлажнения керна, часто во влажном состоянии проявляется неравномерность окраски, обусловленная разной пористостью пород: более пористые участки легче впитывают воду и становятся более темными, по сравнению с участками плотными, не пористыми. При увлажнении керна более отчетливо видны границы изменения цвета, особенно при химическом изменении пород.

Изменение окраски пород может быть вызвано также нефтенасыщением, в этом случае породы приобретают буроватый оттенок.

## 2.4. Описание структур пород

Структура пород является ведущим классификационным признаком для осадочных пород. Под структурой обломочных пород понимается размерность, морфологические особенности и соотношение обломочных зерен породы.

Измерение размеров обломочных зерен (гранулометрия) положено в основу всех классификаций обломочных пород. Наиболее удобна классификация, основанная на десятичной метрической системе, в основу которой положена единица (табл. 2.2), а выделяемые группы пород лежат в пределах интервалов: от 0,01 до 0,1 мм; от 0,1 до 1 мм; от 1 мм до 1 см; от 1 см до 1 дм и т.д. Кроме основных типов пород, на практике чаще встречаются породы со смешанным составом, структуру их определяют по наличию тех или иных классов размерности обломков: алевропелитовая, псефито-псаммитовая, пелитоалевритовая, и т.д.; на первое место помещают название фракции, содержание которой меньше.

Структуру пород макроскопически определяют путем измерения линейных размеров крупных обломков, а для мелкообломочных пород используют специальные трафареты (рис. 2.5–2.7) и применяют лупу. На трафареты можно выносить различные необходимые данные, которые могут быть полезны при макроскопическом изучении пород.

Для отличия алевролитов и глинистых пород, проводят пальцем по поверхности пород: у глинистой породы поверхность гладкая, не шершавая. При специальных методах исследования структурные особенности пород определяются гранулометрическим анализом и под микроскопом.

В первом приближении оценивают степень отсортированности обломков: если обломки имеют одинаковые размеры, то отсортированность хорошая; если пространство между крупными обломками заполнено обломками мелкими – отсортированность плохая.

Для крупнообломочных пород также указывают степень окатанности обломков и их форму. По степени окатанности выделяют 6 типов обломков, окатанность которых, измеряется в баллах: остроугольные – 0 баллов, угловатые со слабо обтертыми углами – 1, слабо окатанные с округленными углами – 2, полуокатанные – 3, окатанные – 4 и хорошо окатанные эллипсоидальные обломки – 5 (рис. 2.6).

При определении формы зерен, если не проводятся специальные исследования, выделяют изометричные, удлинённые, неправильные, призматические и т.д.

Таблица 2.2

Структура терригенных пород по размерам обломков,  
по Н.В. Логвиненко [13]

Размеры частиц, мм	Наименование				Структура
	Рыхлые		Сцементированные		
	Сцементированные	Угловатые	Окатанные	Угловатые	
1000-500	<b>Валун</b> крупный	Валун неокатанный крупный	Валунный конгломерат крупный	Валунная брекчия крупная	Песфитовая (крупнообломочная)
500-250	Валун средний	Валун неокатанный средний	Валунный конгломерат средний	Валунная брекчия средняя	
250-100	Валун мелкий	Валун неокатанный мелкий	Валунный конгломерат мелкий	Валунная брекчия мелкая	
100-50	<b>Галька</b> крупная	Щебень крупный	Конгломерат (галечник) крупный	Брекчия крупная	
50-25	Галька средняя	Щебень средний	Конгломерат (галечник) средний	Брекчия средняя	
25-0	Галька мелкая	Щебень мелкий	Конгломерат (галечник) мелкий	Брекчия мелкая	
10-5	<b>Гравий</b> крупный		Гравелит крупный		
5-2,5	Гравий средний		Гравелит средний		
2,5-1,0	Гравий мелкий		Гравелит мелкий		
1,0-0,5	<b>Песок</b> крупный		Песчаник крупнозернистый		
0,5-0,25	Песок средний		Песчаник среднезернистый		
0,25-0,1	Песок мелкий		Песчаник мелкозернистый		
0,1-0,05	<b>Алеврит</b> крупный		Алевролит крупнозернистый		Алевритовая
0,05-0,01	Алеврит мелкий		Алевролит мелкозернистый		
< 0,01	<b>Глина</b>		Глина, аргиллит		Пелитовая

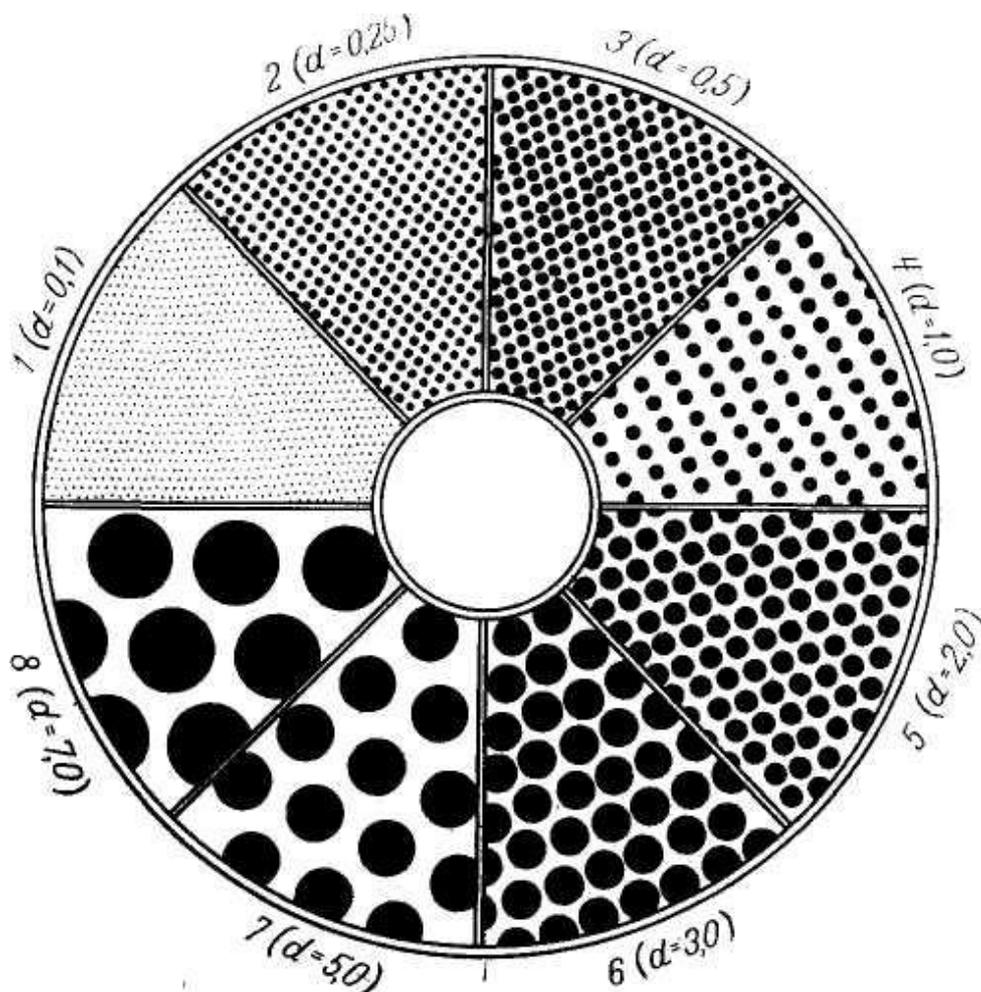


Рис. 2.5. Таблица-диаграмма М.М. Васильевского для определения размера обломочных частиц [18]:

1–5 – песок: 1 – тонкозернистый (или алеврит), 2 – мелкозернистый, 3 – среднезернистый, 4 – крупнозернистый, 5 – грубозернистый; 6–8 – гравий: 6 – мелкий, 7 – средний, 8 – крупный.

Если зерна подвергались растворению, то выделяют зерна корродированные.

К числу структурных признаков обломочных пород относится также ориентировка обломков; чаще всего выделяют беспорядочное и ориентированное расположение обломков. При этом измеряют угол основной ориентировки обломков относительно слоя или, если это невозможно, относительно оси керна.

Иногда в керне встречаются прослой хемогенных пород (сидеритовые породы, известняки, бокситы), структура которых определяется как оолитовая, пизолитовая, бобовая, сферолитовая.

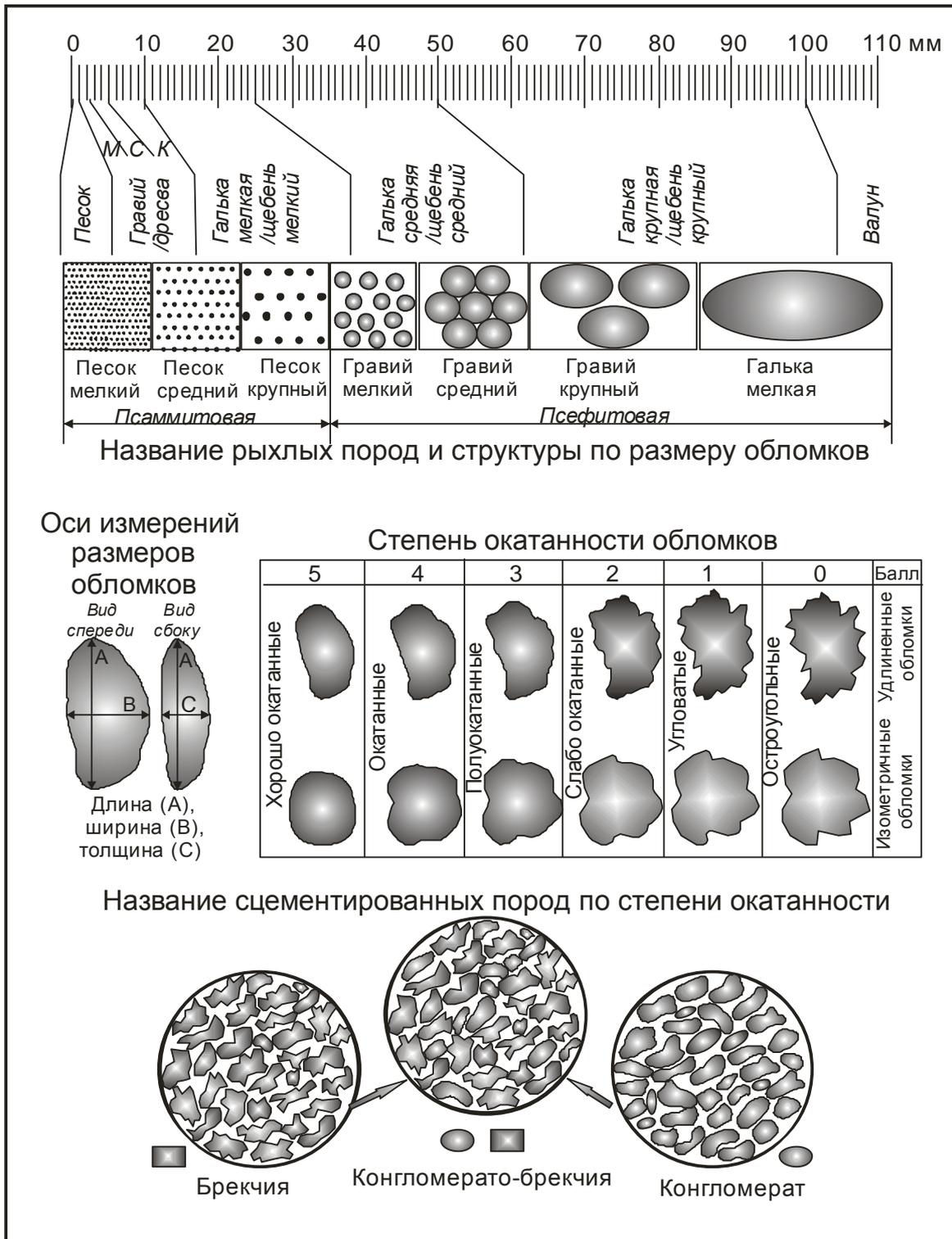


Рис. 2.6. Пример трафарета для изучения обломочных пород (первая сторона)

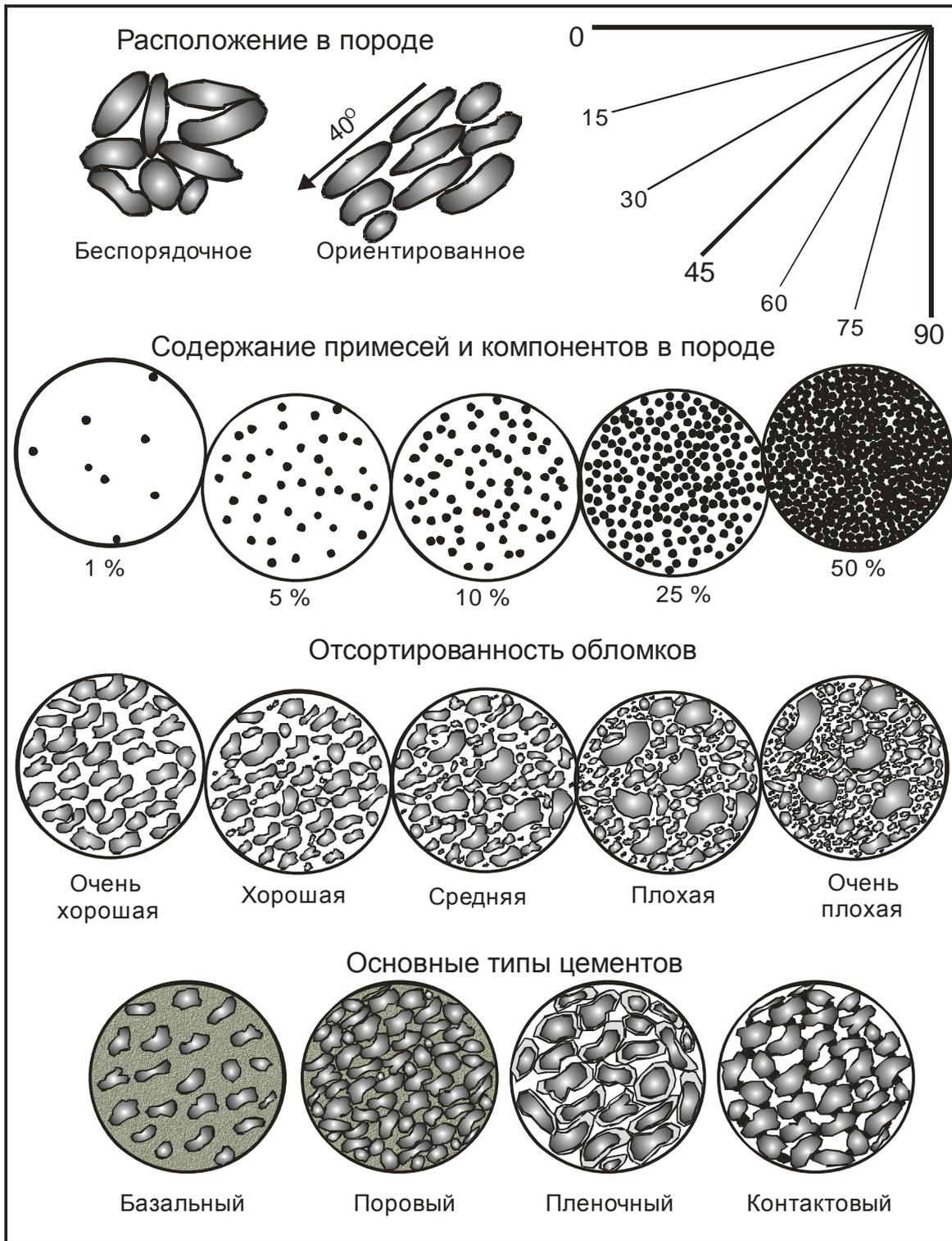


Рис. 2.7. Пример трафарета для изучения обломочных пород (вторая сторона)

Внешне это все округлые, часто сферические образования, отличающиеся друг от друга тем, что: оолиты, по Б.К. Прошлякову и В.Г. Кузнецову [19], имеют концентрическое строение и диаметр 0,1–1,0 мм; пизолиты отличаются от оолитов более крупными (свыше 1 мм) размерами; бобовины имеют однородное строение; сферолиты – радиальное, часто различимое только под микроскопом.

В породах, содержащих органические остатки, выделяют: биоморфную (хорошая сохранность скелетных организмов), детритовую (размер органических остатков более 0,1 мм), биогенно-шламовую (раздробленные скелетные остатки размером менее 0,1 мм) структуру [18].

## 2.5. Описание текстур пород

**Текстура породы** так же, как и структура, является важным генетическим признаком пород. Она определяется взаиморасположением частей породы, их ориентировкой относительно друг друга, поверхности напластования и породы в целом [9]. Текстура является выражением анизотропии породы, отражающей анизотропию пространства – среды, в которой образовалась порода. Она имеет исключительно большое генетическое значение и без учета текстуры пород нельзя оценить ее фильтрационные свойства.

При описании текстур следует обращать внимание не только на внутренние текстуры, присущие всему объему породы и хорошо заметные на боковой поверхности керна, но и на текстуры поверхностей слоев: кровли и подошвы (рис. 2.8).

Следует различать первичные (седиментационные) и вторичные (наложенные) текстуры. Первичные текстуры образовались в момент осаждения осадка, вторичные возникли при его последующем изменении в диагенезе, катагенезе, метагенезе и гипергенезе, а также в результате эпигенетических и тектонических процессов.

При наличии текстур разного происхождения, следует соблюдать при описании последовательность, отражающую последовательность формирования породы и историю ее существования и описывать сначала первичные и сингенетичные текстуры, а затем – после описания структурно-вещественного состава пород – текстуры наложенные более поздние (диагенетические, катагенетические и т.д.).



Рис. 2.8. Главные типы текстур осадочных пород, по Рухину [20]

Среди первичных текстур выделяют три основных типа текстур: неслоистые (массивная, беспорядочная, пятнистая, узловатая, комковатая, гранулированная) слоистые и слоеватые (с неотчетливой слоистостью) [1, 2]. Типы и способы образования часто встречающихся в керне текстур приведены в табл. 2.3.

По способу образования слоистых текстур выделяются три основных типа: горизонтальнослоистые, волнистослоистые и косослоистые. Кроме основных типов слоистости в керне часто отмечают комбинации различных типов слоев, дающих текстуры сложного типа (например: волнисто-линзовиднослоистые, косоволнистослоистые). При описании косослоистых текстур указываются также углы наклона слоев. При характеристике волнистой слоистости следует различать симметричную рябь (рябь волнений) и асимметричную рябь (рябь течений).

Таблица 2.3

## Текстуры наслоения в кернах терригенных разрезов

Тип текстуры	Тип и способ образования текстуры	Вид текстуры в кернах	Тип и способ образования текстуры	Вид текстуры в кернах
Первичные (седиментогенные) текстуры наслоения	<b>Массивная (однородная)</b> – характеризуется равномерным распределением составляющих породу частей. Образуется в слабо изменчивых обстановках: дно застойных озер (постоянно низкая динамика), прибрежные бары (постоянно высокая динамика).		<b>Горизонтально-слоистая</b> – образуется при отсутствии движения водной среды у дна или при ламинарном движении; вещество осаждается в вертикальном направлении под действием силы тяжести.	
	<b>Косослоистая</b> – образуется поступательными, потоковыми, направленными движениями: течениями или воздушным перемещением.		<b>Волнистослоистая</b> – вызывается колебательными (волновыми) или пульсационными (порывами) движениями воды или воздуха (ветра).	
	<b>Косоволнистая</b> – образуется при волнении, сопряженном с поступательным перемещением воды – течениями.		<b>Волнисто-линзовидная</b> – образуется при волнении, сопряженном с размывом и наложением волн друг на друга.	

Наиболее детальная и не имеющая аналогов характеристика основных типов слоистости предложена в работах Л.Н. Ботвинкиной [4, 5], которыми и следует пользоваться при изучении текстур осадочных пород.

Вторичные текстуры образуются разными способами. Сразу же после накопления осадок может размываться и переотлагаться или, накопившись до критической массы и будучи насыщенным водой, смещаться под действием собственной силы тяжести по наклонной поверхности и заполнять неровности дна.

Также он может быть переработан донными организмами или корневыми системами. Все эти особенности существования осадка также очень часто фиксируются в керне в виде сингенетических текстур (табл. 2.4). В результате резко возросшей динамики водной среды ранее образованные осадочные породы могут быть размыты; реликты размытых пород вовлекаются во вторичное осадкообразование; формируются текстуры гидроразрыва: брекчиевидные (с оставшимися на месте или слабо перемещенными неокатанными обломками) и конгломератовидные (с окатанными обломками), так называемые внутриформационные конгломераты.

В диагенезе в глинистых осадках за счет уплотнения, оттока воды и перераспределения химических веществ также образуются вторичные текстуры (табл. 2.5).

Чаще всего в керне встречаются разнообразные псевдоморфозы по флористическим и фаунистическим остаткам (по обломкам древесины, остаткам корней и т.д.) и конкреции, сложенные пиритом и сидеритом; реже другими минералами; иногда в ассоциации с этими минералами отмечается каолинит и кальцит. Конкреции имеют различную форму, часто овальную с уплощением по слоистости

При описании конкреций указывают: форму (овальная, неправильная, линзовидная и т.д.), размер (по удлинению и в поперечном направлении), характер распределения конкреций в породе (прослой, одиночные тела, группа конкреций, цепочки, равномерное, послойное, поперек слоев и т.п.). Указывают особенности строения (зональное, радиальное, с трещинами усыхания) и структуру конкреций (пелитоморфную, кристаллическую).

При описании конкреций характеризуют их вещественный состав, отмечают степень окисления конкреционных стяжений (не окислены, покрыты пленкой, окружены ореолом гидроксидов железа и т.д.), выполнение трещин (каолинит, кальцит, пирит и т.д.).

В диагенезе перераспределение вещества может быть связано не только с образованием конкреционных стяжений.

Таблица 2.4

Ранние наложенные (сингенетичные) текстуры,  
часто встречающиеся в керне терригенных разрезов

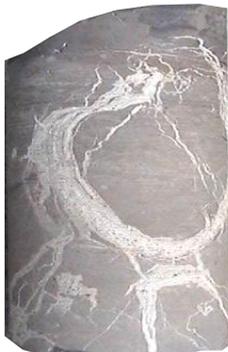
Тип текстуры	Тип и способ образования текстуры	Вид текстуры в керне	Тип и способ образования текстуры	Вид текстуры в керне
Наложённые (ранние сингенетичные) текстуры	<b>Биогенные текстуры</b> представлены раковинным и растительным детритом и их целыми экземплярами, захороненными на дне.		<b>Биогенные текстуры</b> – остатки корневых систем – образуются на зарастающих поймах, побережьях, болотистых участках	
	<b>Текстуры биотурбационные</b> – обусловленные наличием в породе ходов, норок, следов зарывания и прикрепления роющих, илоядных, прикрепляющихся ко дну организмов.		<b>Текстуры гидроразрыва</b> образуются при резком возрастании гидродинамики, размыве осадка (подстилающего или бокового выполнения).	
	<b>Текстуры оползания</b> образуются при сползании насыщенного водой осадка под действием силы тяжести.		<b>Текстуры взмучивания</b> образуются при слабом изменении динамики водной среды на дне водоемов.	
	<b>Текстуры размыва</b> образуются при усилении динамики водной среды, выражены в несогласном залегании слоев с волнистым неровным контактом.		<b>Текстуры затекания</b> образуются при внедрении более тяжелого полувязкого осадка в нижележащие отложения	

Иногда в керне отмечаются минерализованные участки со сложными прихотливо изогнутыми очертаниями, а также прожилки с плавными изгибами и невыдержанной мощностью с раздувами и пережимами, обусловленными затрудненным перемещением минерализованных растворов в еще не отвердевшем осадке (табл. 2.5).

Известно, что зоны тектонической разгрузки являются путями миграции углеводородов. Поэтому все проявления тектонического воздействия на породу должны быть тщательно зафиксированы.

Таблица 2.5

Диagenетические и катагенетические текстуры, часто встречающиеся в керне терригенных разрезов

Тип текстуры	Тип и способ образования текстуры	Вид текстуры в керне	Тип и способ образования текстуры	Вид текстуры в керне
<i>Диagenетические текстуры</i>	<b>Конкреционные текстуры</b> образуются при химическом перераспределении вещества в диагенезе (конкреции и псевдоморфозы по органическим остаткам).		<b>Прожилки раннедиагенетического происхождения</b> образуются в еще не затвердевшем осадке при химическом перераспределении вещества.	
<i>Катагенетические текстуры</i>	<b>Прожилки позднедиагенетического – раннекатагенетического происхождения</b> образуются в консолидированных породах из растворов, отжатых из них при уплотнении.		<b>Прожилки катагенетического происхождения</b> образуются из растворов при уплотнении пород	

Признаки тектонических процессов в керне наблюдаются в виде сквозных (одиночных, серийных, часто разногенерационных) ориентированных вдоль оси керна прямых или слабо извилистых прожилков

кальцита и кварца (иногда в ассоциации), микродвигов слойков вдоль отчетливо выраженного тектонического шва, зеркал скольжения (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Тектонические текстуры, встречающиеся в керне терригенных разрезов

Тип текстуры	Тип и способ образования текстуры	Вид текстуры в керне	Тип и способ образования текстуры	Вид текстуры в керне
<b>Тектонические текстуры</b>	<b>Тектоническая трещина</b> в карбонатизированном песчанике, ориентированная поперек керна и заполненная кальцитом		<b>Сдвиговая деформация</b> слойков в глинисто-алевритовом переслаивании	 Фото А.В. Ежовой
	<b>Тектонические трещины</b> , разноориентированные к оси керна и заполненные кальцитом. Сдвиговая деформация вдоль более поздней трещины		<b>Зеркало скольжения</b> в глинистой породе	

При описании прожилков указывается их густота, ориентировка относительно оси керна, мощность, морфология, минерализация, наличие и размеры свободных пустот.

Особое внимание уделяется признакам возможного нефтенасыщения, проявленного как в прожилках, так и во вмещающей прожилков породе (изменение окраски, запах, пленки битума).

При описании смещений слоев, видимых в керне, указывается угол наклона шва, вдоль которого произошло смещение, амплитуда смещения, характер заполнения тектонического шва.

При описании зеркал скольжения указывается их ориентировка, характер поверхности (ровные гладкие, с бороздками и т.д.), в одном или нескольких слоях развивается зеркало.

Следует помнить, что зеркало скольжения может образоваться и механическим путем при подъеме керна.

## 2.6. Определение состава пород

Состав пород при макроскопическом описании керна определяется не всегда достаточно полно. При дальнейших исследованиях его уточняют с помощью микроскопических, химических и других методов.

**Минералогический состав обломочных пород.** При характеристике состава крупнообломочных и мелкообломочных пород с помощью лупы устанавливается количество и состав обломков и цемента. Состав обломков в крупнообломочных породах может быть самый разнообразный: обломки размытых осадочных пород – угля, глинистых пород, алевролитов и т.д.; обломки магматических и метаморфических пород; обломки минералов – кварца, полевых шпатов, слюд и др.

Песчаные породы обычно сложены зернами кварца (бесцветный, белый, без спайности, легко царапает стекло); полевых шпатов (серый, белый, розовый, с ясно выраженной спайностью, слабо царапает стекло); обломками пород разного состава. По плоскостям наложения они часто содержат слюды (биотит, мусковит), хлорит, сидерит.

Цемент чаще всего имеет глинистый (каолинит, слюды, хлорит), железистый (лимонит, гематит и другие окисные соединения железа), кремнистый, карбонатный (сидерит, доломит, кальцит) состав, реже он может быть сложен пиритом, глауконитом, фосфатными минералами.

Породы, сцементированные глинистым цементом, имеют серый и белый цвет, разбиваются молотком без особых усилий.

Железистый цемент узнается по вишнево-красной и красновато-бурой (гематит), бурой и желтой (гидроксиды железа) окраске, в зависимости от степени окисления железистых минералов, породы могут быть как очень крепкими, так и рыхлыми.

Породы с кремнистым (кварцевым) цементом также светлоокрашенные, очень крепкие, разбиваются молотком очень тяжело, часто при ударе образуют искры.

Породы, содержащие кальцитовый и доломитовый цемент имеют грязно-белую, голубовато-белую окраску, очень крепкие, с трудом разбиваются молотком.

Сидеритовый цемент узнается по бурой окраске и реакции с горячей соляной кислотой (растворяется с трудом).

Пиритовый цемент часто развивается отдельными участками, неокисленный пирит узнается по соломенно-желтому цвету, сильному металлическому блеску и высокой твердости (царапает стекло), легко замещается гидроксидами железа. Встречаются прослои (верхняя юра, барабинская пачка георгиевской свиты, Томская область) с пиритовым сажистым очень рыхлым цементом черного цвета.

При описании керна большое значение имеет определение карбонатности пород (а именно содержания кальцита). Ее можно определить с помощью 10-% соляной кислоты по пятибалльной шкале [1]:

- 0 – не реагирует;
- 1 – слабо вскипает в порошке;
- 2 – бурно вскипает в порошке;
- 3 – слабо вскипает в куске;
- 4 – бурно вскипает в куске.

**Минералогический состав глинистых пород** определяют по виду склона и высохшей поверхности породы [18]:

– каолиновые глины имеют выпуклый откос, керн после высыхания монолитный;

– монтмориллонитовые глины образуют оплывающий вогнутый склон, керн их сильно трещиноват или распадается на остроугольную крошку.

Состав глинистых пород определяют также по характеру набухания глин путем нанесения капли воды на свежий скол с ровной сухой поверхностью. Если при нанесении капли глина набухает и образует выпуклый бугорок, ее состав монтмориллонитовый. В случае каолинового состава глин вода впитывается, скол остается ровным.

## **2.7. Описание органических остатков и следов жизнедеятельности**

Органические остатки, которые встречаются в керне, имеют растительное и животное происхождение (рис. 2.9, 2.10).

В задачу геолога входит регистрация присутствия органических остатков, выполнение зарисовок и фотографий, подробное описание. При описании указывается размер, целостность, степень сохранности (хорошая, средняя, плохая), минеральный состав.

Обязательно фиксируется положение органических остатков (равномерно по слою, концентрация в отдельных слоях послойная, пятнистая, беспорядочная и т.д.); если встречаются створки раковин, отмечается, какой стороной (внешней или внутренней) створка ориентирована к поверхности, располагается ли она под углом или параллельно напластованию.

Растения, особенно крупные, как правило, не захороняются в горных породах целиком. В керне встречаются их разрозненные остатки (рис. 2.9), характер которых определяется приближенно: вайи папоротников, листья, обрывки ветвей, обломки стволов и стеблей растений, шишки, плоды, корневища, корни, кора, древесина, цветки. В глини-

стых породах сохраняются также отдельные семена, споры, пыльца, которые макроскопически в керне не обнаруживаются; изучение их проводится с применением микроскопических методов исследований.

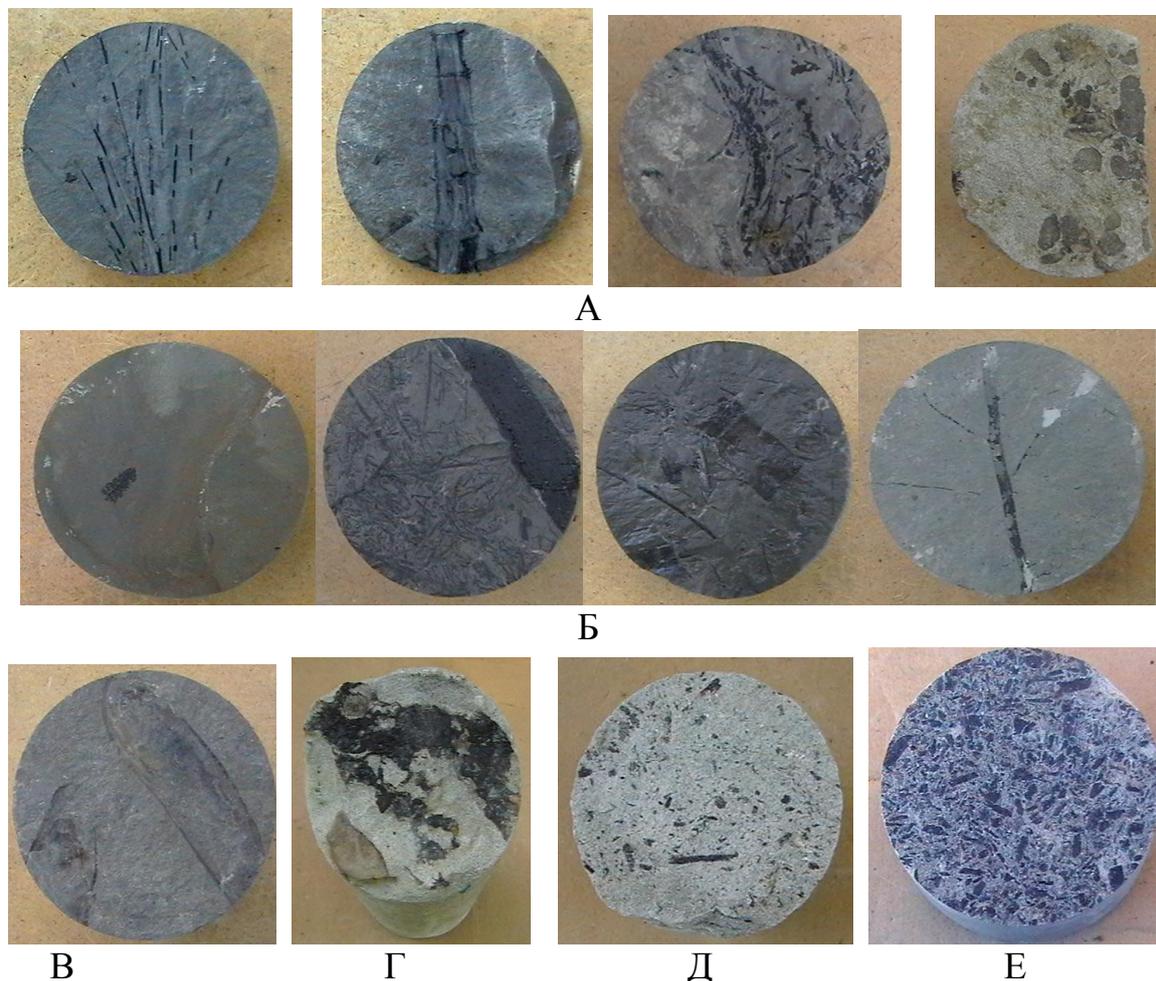


Рис. 2.9. Растительные остатки, встречаемые в керне

А – очень плохая степень сохранности растительных остатков; отпечатки растений,  
 Б–В – углефицированные остатки растений; Г–Е – растительный детрит

Иногда, будучи захороненными в спокойных условиях, и в случае быстрого перекрытия следующей порцией осадка, растения могут сохранять свою форму, элементы внутреннего строения и т.д. Такие остатки являются весьма ценными для проведения дальнейших специальных исследований.

Остатки растительности также часто являются хорошими индикаторами условий осадконакопления, при этом наряду с видовым составом, большую роль играет степень измельченности, сохранность и характер органов растительных остатков.

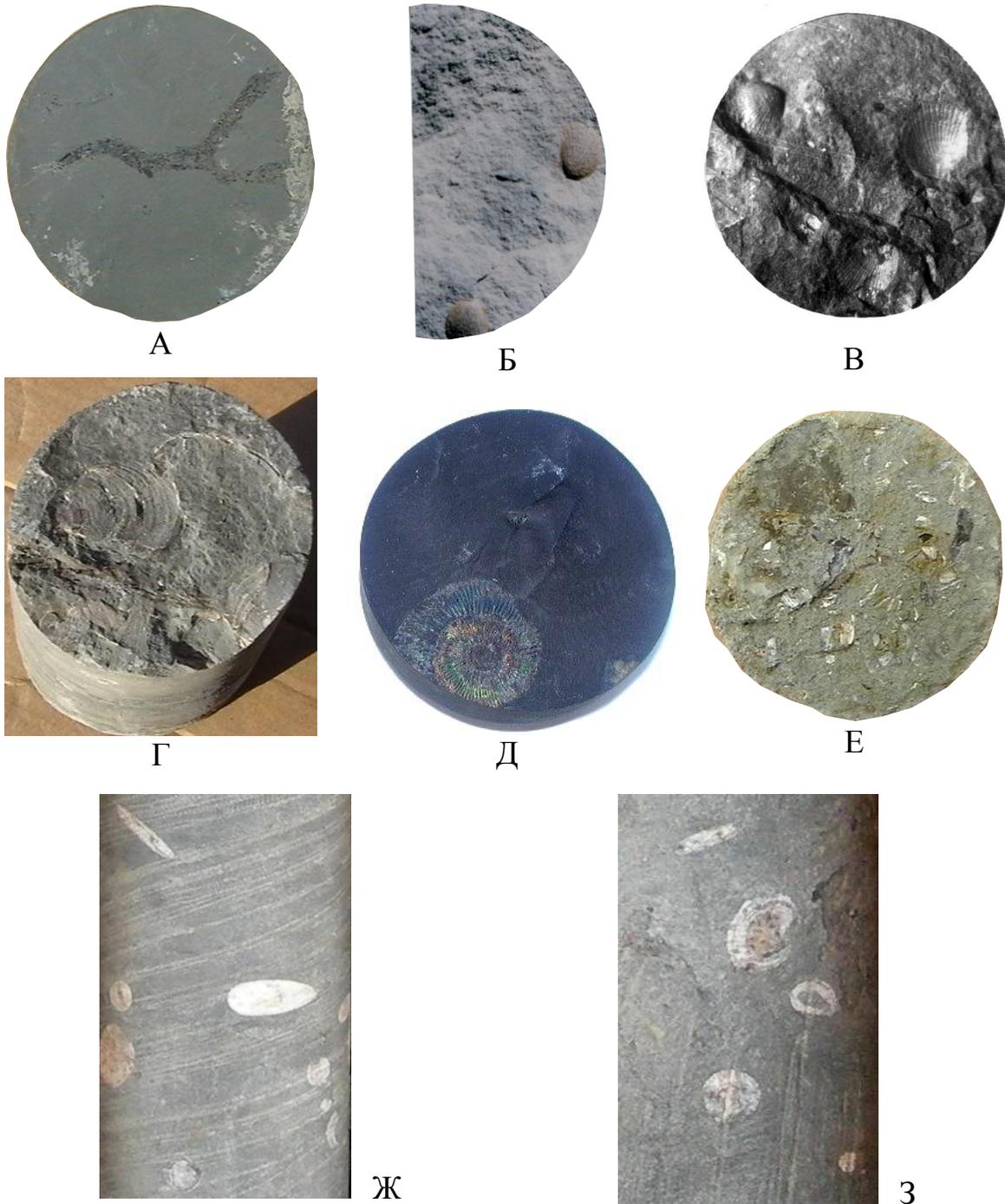


Рис. 2.10. Остатки животных организмов

А – онихит (*Onychites* sp.) – хитиновый крючок с ловчих рук головоногих моллюсков – белемнитов, Б – внутреннее сидеритизированное ядро мелкой раковины пелециподы, В – отпечатки мелких створок раковин пелеципод в глинистой породе (фото А.В. Ежовой), Г – остатки кальцитизированных раковин пелеципод плохой сохранности, Д – пиритизированная раковина аммонита; Е – мелкий раковинный детрит; Ж, З – сечения ростров белемнитов

По размеру растительные остатки делятся на:

- крупные – более 3 см,
- крупный детрит – 1–3 см,
- мелкий детрит – 0,1–0,2 см;

возможно [2] также использование терминов:

- сечка – 0,2–0,5 см,
- атрит – менее 0,2 см.

Часто в керне встречаются не сами органические остатки, а их отпечатки, слепки (наружные и внутренние ядра), заполненные осадочным материалом (рис. 2.10), и псевдоморфозы – замещения органических остатков минеральными веществами (кальцитом, лимонитом, аморфным кремнезёмом, сидеритом и др.).

Описание их производится аналогично описанию органических остатков. По возможности, определяется видовой состав органических остатков: так, находки раковин пелеципод свидетельствуют о пресноводных или солоноватоводных водоемах; брахиопод – о морских условиях.

**Следы жизнедеятельности (ихнофоссилии)**, оставленные в грунте различными организмами, имеют очень важное значение для выяснения условий осадконакопления и реконструкций обстановок прошлого, а также для расчленения разрезов и корреляции отложений. Они могут быть представлены ходами илоедов и пескоедов, следами прикрепления моллюсков и т.д. [6]. В керне они зафиксированы в биотурбационных текстурах пород (рис. 2.11). При описании следов жизнедеятельности указывается морфология и размеры следов, приуроченность к породам определенного литологического состава, равномерность распределения, оценивается интенсивность биотурбации («единичные проявления», «редкая биотурбация», «интенсивная переработка» и т.д.), характер и материал заполнения ходов, ориентировка по отношению к первичным текстурам. По возможности определяется генетическая принадлежность следов жизнедеятельности.

Чаще всего в керне скважин Западной Сибири отмечаются следы жизнедеятельности (ихнофоссилии) мелководно-морских организмов типа *Scolithos*, *Chondrites*, *Teichichnus*, *Palaeophycus*.

Ихнофоссилии типа *Skolithos* встречаются в алеврито-песчаных породах. Они представлены вертикальными и крутонаклонными норками цилиндрической формы длиной до 2–12 см и в диаметре до 0,2–2 см. Стенки норки часто покрыты тонким слоем черного глинисто-органического материала, внутренняя часть норки выполнена осадком, аналогичным вышележащему.

Ихнофоссилии типа *Chondrites* встречаются в глинистых и глинисто-алевритовых породах. Они представлены очень мелкими (длиной 1–3 мм и шириной 0,2–2 мм), ориентированными в разных направлениях цилиндрическими ходами, имеющими округлое сечение.

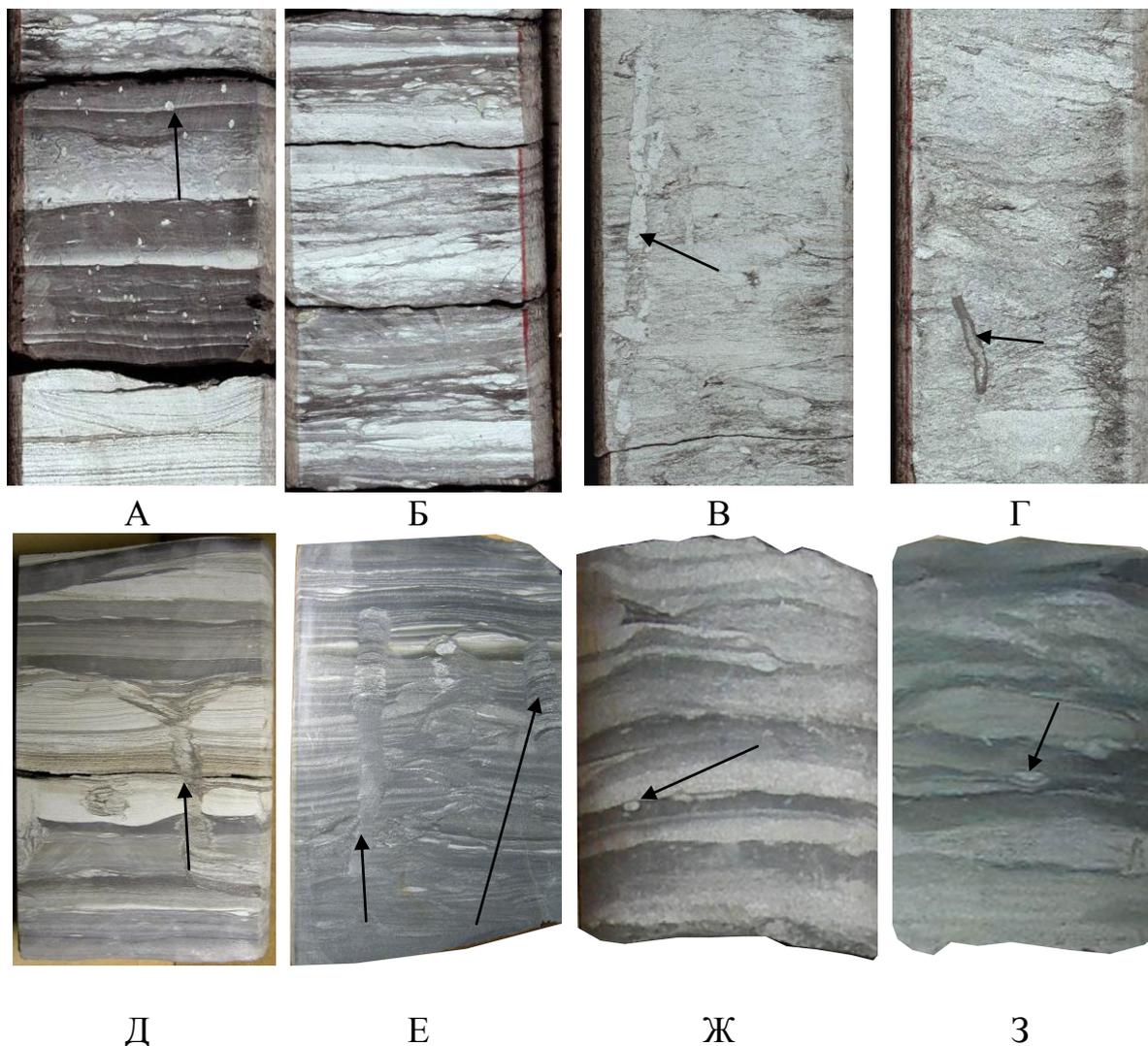


Рис. 2.11. Следы жизнедеятельности донных организмов: биотурбации типа: А, Б – *Chondrites*; В, Г – *Scolithos*; Д, Е – *Teichichnus*; Ж – *Palaeophycus*; З – *Microcraterion*

Ихнофоссилии *Teichichnus* встречаются в алевритоглинистых породах. Они представлены крупными (диаметром 0,5–2 см и длиной до 15 см) вертикальными и слабо наклонными ходами-норками цилиндрической формы, заполненными осадком с сегментарным строением. Диаметр ходов-норок вниз по разрезу уменьшается.

Ихнофоссилии *Palaeophycus* встречаются в глинистых породах,

часто наблюдаются на поперечном сколе керна. Они представлены горизонтальными ходами цилиндрической формы с округлым поперечным сечением. Внутренняя часть ходов выполнена более грубым материалом, стенки подчеркнуты глинистым материалом.

Все слои с проявлением следов жизнедеятельности тщательно привязываются к каротажу, а морфогенетические особенности следов зарисовываются или фотографируются в масштабе.

## 2.8. Изучение и описание пустотного пространства

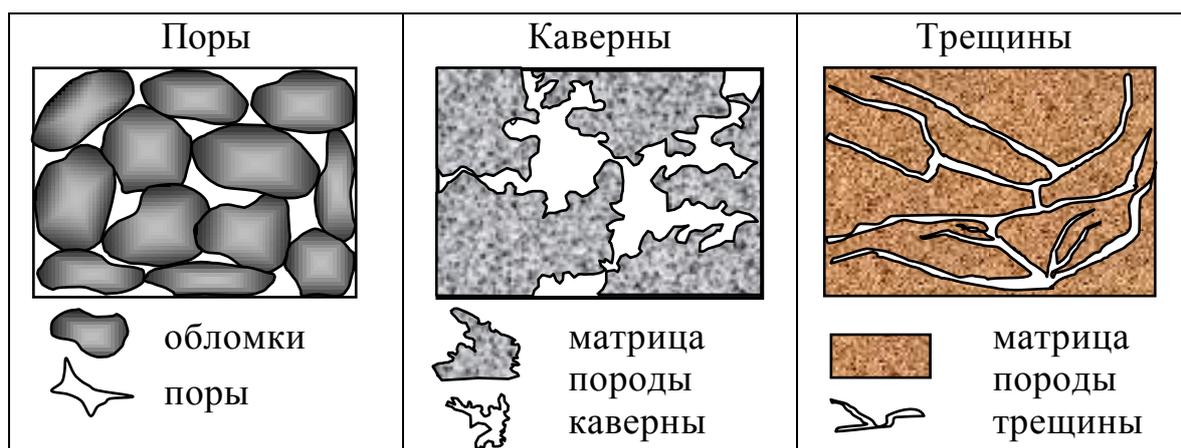
Под пустотным пространством понимается совокупность всех пустот в породе. В керне осадочных пород по происхождению различаются три основных типа пустот: поры, каверны и трещины (табл. 2.7).

**Поры** – пространство между отдельными зернами, слагающими горную породу (встречаются в обломочных породах). Разновидностью пор являются *биопустоты* – внутренние пустоты в раковинах и внутри коралловых скелетов (*внутриформенные* биопустоты) и пустоты между раковинами (*межформенные* биопустоты).

**Каверны** – это сравнительно крупные пустотные пространства, образовавшиеся в результате действия процессов выщелачивания. Каверновые пустоты развиваются в основном в легко растворимых карбонатных породах, редко в терригенных карбонатизированных породах.

Таблица 2.7

Схемы типов пустотного пространства в осадочных породах



**Трещины** представляют собой разрывы сплошности пород, обусловленные в основном тектонической деятельностью, встречаются в любых породах, играют большую роль при миграции нефти.

В керне могут одновременно наблюдаться сочетание нескольких типов пустотного пространства. Часто пустоты могут быть залечены вторичными минералами.

По происхождению пустоты делятся на первичные и вторичные.

*Первичные поры* (пустоты) образуются в процессе осадконакопления и породообразования (межзерновые и биопустотные поры, поры между плоскостями наслонения и т.д.).

*Вторичные поры* образуются в результате последующих процессов: разлома и дробления породы, растворения, перекристаллизации, возникновения трещин вследствие сокращения породы (например, при доломитизации) и других процессов.

В большой степени свойства пористых сред определяются размерами поровых каналов. По величине поровые каналы нефтяных пластов условно разделяют на три группы (рис. 2.12). Поэтому при характеристике пор рекомендуется не только приводить размеры поперечных сечений пор (в мм), но и по возможности, указывать степень их сообщаемости и давать интерпретацию поровых каналов.



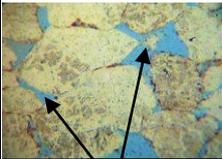
Рис. 2.12. Характеристика пустотного пространства по их размерам

Пустотное пространство в керне изучается с помощью лупы. Определяется тип пустотного пространства, морфология пустот, размеры, пространственное распределение: равномерность, ориентировка относительно слоистости, приуроченность к определенным участкам; указывается тип (первичные или вторичные пустоты) и причина образования порового пространства (диагенетическое уплотнение, тектоническое воздействие, метасоматическое растворение и т.д.).

В заключении определяется тип коллектора по пустотно-поровому пространству (табл. 2.8).

Таблица 2.8

## Типы коллекторов в терригенных отложениях

Тип коллектора			
Простой			Смешанный каверново- трещинный
Поровый	Каверновый	Трещинный	
 вид межзер- новых пор (синее) под микроскопом	 каверны в карбонатизиро- ванном песчанике	 трещина в карбонати- зированном песчанике	 каверны, прожилки и трещины в карбо- натизированном песчанике

В коллекторах простого типа пустоты представлены каким-либо одним видом пустот: в поровых коллекторах – пустотное пространство представлено порами, в каверновых – кавернами, в трещинных – трещинами; в коллекторах смешанного типа присутствуют пустоты разных видов (например: в порово-каверновых коллекторах наличествуют поры и каверны и т.д.).

### 2.9. Изучение признаков нефтенасыщения в керне

На этапе литологической оценки разреза необходимо сравнение характера насыщения коллекторов по керну с характером насыщения по данным интерпретации ГИС, которые часто расходятся, особенно на сложнопостроенных литологически неоднородных отложениях. В случае расхождения данных насыщения (по керну и по ГИС) участки коллекторов обязательно выделяются для профильных исследований.

Особое внимание при макроскопическом просмотре керна надо сосредоточить на выявлении нефтегазопроявлений и битуминозности пород.

Признаки нефти и газа в керне должны быть предварительно изучены у буровой на свежих образцах и поверхностях излома, зафиксиро-

ваны в журнале первичного описания керна, а затем более детально исследованы в геологическом отделе и в лаборатории.

Нефтепроявления могут заключаться в выходах жидкой нефти и подъеме нефтесодержащих пород, в примазках нефти по трещинам в породах, в тонких пленках нефти на воде и т.д. [11].

*Жидкую нефть* легко узнать по ряду признаков, хорошо известных каждому геологу-нефтянику. Задачей геологов является тщательное выяснение и детальное описание геологических условий, в которых находится обнаруженный выход, а также отбор проб нефти и сопровождающих нефть флюидов (т.е. подвижных веществ – газообразных и жидких). Нефть может вытекать непосредственно из коренных пород, из наносов; может скапливаться в виде толстых плёнок на поверхности воды более или менее далеко от места выхода нефтеносных пород на дневную поверхность и т.д.

При изучении керна иногда можно наблюдать *налеты и примазки нефтяных компонентов* на стенках трещин. Обычно они темноокрашенные, так как представляют собой остаточные, окисленные компоненты мигрировавших через породу нефтяных флюидов: асфальтовых и смолисто-асфальтовых фракций. Легкие и средние компоненты (бесцветные и светлоокрашенные) даже при интенсивном нефтяном запахе породы остаются невидимыми.

*Нефтесодержащие породы* узнаются или сразу по цвету и запаху, если они сильно пропитаны нефтью, или после проверочных испытаний. Нефть может быть распределена в породе (например, в песчанике) равномерно или, чаще, неравномерно (рис. 2.13). В этом случае необходимо изучить характер ее распределения в зависимости от состава, структуры и текстуры.

Неравномерные признаки нефтенасыщения в виде «пятнистости» по всему интервалу керна чаще всего наблюдаются в переходных зонах, ближе к водонефтяным контактам или в неоднородном пласте-коллекторе с резкой изменчивостью ёмкостно-фильтрационных свойств. В этом случае необходимо детально изучить весь интервал керна на нефтенасыщенность.

Самым простым способом определения в песчаниках признаков нефтенасыщения является капля воды (или разбавленной соляной кислоты). Если капнуть на свежий скол образца керна каплю воды, и она не расплывается, а держится на поверхности (явление гидрофобности) или скатывается полностью, то керн насыщен УВ. В случае впитывания капли воды поверхностью керна (явление гидрофильности), порода водонасыщенная.

При изучении признаков нефти в керне можно применить бензиновую вытяжку [11]. Образец размельчают и помещают в пробирку, в которую затем наливают чистый бензин на 1–2 см выше образца. Содержимое в пробирке взбалтывают и оставляют на несколько минут в покое. Если бензин окрашивается в желтый цвет той или иной интенсивности, это указывает на наличие нефти в образце.



послойное распределение нефти в песчанике с косой слоистостью

послойное распределение нефти в алевролите с горизонтальной слоистостью

равномерное и неравномерное послойное нефтенасыщение

неравномерное нефтенасыщение

Рис. 2.13. Характер нефтенасыщения, фиксируемого в керне по изменению окраски

Для выявления признаков нефти применяют также более тонкие и сильные растворители (например, хлороформ). После обработки этими растворителями образца породы и фильтрования на фильтре остается коричневая полоска.

При макроскопическом изучении признаков нефти в керне следует иметь в виду, что легкая нефть обычно дает слабые внешние признаки (изменение цвета пород), но на свежих плоскостях излома образца чувствуется сильный запах бензина. Наоборот, тяжелая нефть дает обильные признаки, но на свежих плоскостях излома отсутствует запах бензина.

Наличие газа в породах не сопровождается изменением ее окраски, однако, при этом порода имеет резкий характерный запах. В свежеснесенном керне этот запах улавливается без нарушения сплошности керновой колонки. Но с течением времени поверхностные поры породы

дегазируются естественным путем, и для определения газонасыщенности необходимо расколоть керн молотком, образовав свежий излом. Керны, взятые из приконтурной зоны, обычно содержат нефть и воду, свежие поверхности их излома влажные и хорошо смачиваются каплей разбавленной соляной кислоты.

Нефтепризнаки могут проявляться как сразу после подъема керна, так и спустя некоторое время. Породы, поднятые с больших глубин, например, кавернозно-трещиноватые известняки и доломиты Сибирской платформы, могут не проявлять внешних признаков нефтеносности. Лишь после того, как керн некоторое время пролежит на поверхности, а породы частично разрушатся вследствие падения горного давления, в них могут появиться признаки нефти в виде капель, выступивших на стенках пор и трещин. Поэтому после тщательного всестороннего описания керна рекомендуется (Гайдукова Т.А.) проводить вторичный осмотр керна спустя некоторое время (от 10 часов до 1–2 суток).

Глубину интервалов, при проходке которых наблюдаются признаки нефти и газа, при изучении разреза с целью выявления нефтегазонасыщенности в процессе бурения скважины следует фиксировать.

Параллельно с описанием керна проводят построение разрезов с применением условных знаков, отражающих основные диагностические признаки пород. Они постоянно сопоставляются с диаграммами геофизических исследований скважин (ГИС). Данный вид работы необходим для оценки литологического разреза пласта и для корректного отбора образцов на различные виды исследований. Сравнивая данные интерпретации ГИС с данными по керновому материалу, можно определить участки, которые по интерпретации обозначаются «не ясен как коллектор» и соответственно уделить им должное внимание.

## **ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Какие сведения приводятся при детальном описании пород?
2. Назовите основные разновидности терригенных пород, слагающих осадочные толщи.
3. Назовите факторы, определяющие цвет и оттенок пород.
4. В чем отличие унаследованной и сингенетичной окраски пород?
5. В чем отличие понятий «текстура» и «структура» горной породы?
6. Назовите основные текстуры терригенных пород.
7. Какие структурные признаки указываются при описании крупнообломочных пород? Как учитываются структурные особенности при определении названия пород?

8. Назовите основные типы текстур: наложения, сингенетичных, наложенных более поздних, поверхностей слоев.
9. Как образуются вторичные текстуры?
10. Как отличаются седиментационные текстуры пород, сформированных при разных гидродинамических режимах?
11. Назовите способы образования сингенетичных текстур.
12. Приведите примеры и охарактеризуйте способы образования диагенетических и катагенетических текстур.
13. Приведите примеры и охарактеризуйте тектонические текстуры.
14. Как описывается состав крупнообломочных пород?
15. Что такое цемент и какими минералами могут быть сложены цементы осадочных пород?
16. Назовите порообразующие минералы глинистых пород.
17. В каком виде встречаются органические остатки в керне?
18. Как фиксируются и описываются органические остатки?
19. Что такое ихнофоссилии?
20. Охарактеризуйте известные вам типы ихнофоссилий.
21. Охарактеризуйте генетические типы пустот.
22. Приведите классификацию терригенных коллекторов по пустотному пространству.
23. Каким образом определяется наличие углеводородов в керне?