

4. ИЗУЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ КАРБОНАТНЫХ РАЗРЕЗОВ

4.1. Приемы и порядок описания карбонатных разрезов и пород

Основные принципы выделения слоев и описания разрезов, сложенных карбонатными отложениями, аналогичны таковым, применяемым для описания терригенных толщ.

Особенности заключаются в том, что карбонатные разрезы (рис. 4.1) часто не имеют слоистости: во-первых, многие типы пород (например: биогермные известняки) имеют неслоистое строение; во-вторых, между слоями часто нет отчетливых границ из-за постепенных переходов одних разновидностей в другие; в-третьих, первичные элементы слоистости зачастую уничтожены вторичными процессами (перекристаллизацией, растворением, замещением и т.д.). Вследствие этого при выделении слоев в карбонатных толщах исходят из таких особенностей как: изменение цвета пород, структурно-текстурных признаков (например: пелитоморфные, кристаллические известняки; комковатые известняки, известняки органогенные и т.д.), степени вторичных изменений (например: кавернозные, доломитизированные, трещиноватые и т.п.).

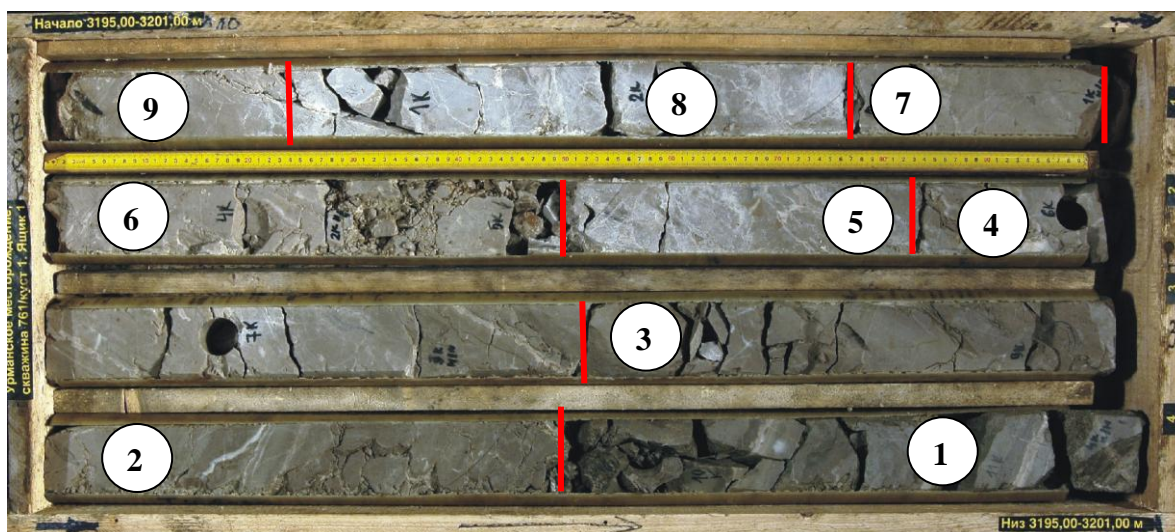


Рис. 4.1. Пример выделения слоев в карбонатном разрезе:

1 – известняки темно-серые косослоистые пелитоморфные; 2 – известняки буровато-серые косослоистые с кальцитовыми прожилками; 3 – известняки буровато-серые массивные трещиноватые; 4 – известняки серые с бурым оттенком, с прожилками кальцита; 5 – известняки светло-серые с прожилками кальцита; 6 – известняки светло-серые до буровато-серых трещиноватые, кальцитизированные; 7 – известняки буровато-серые пелитоморфные массивные плотные; 8 – известняки серые до светло-серых трещиноватые с прожилками кальцита; 9 – известняки буровато-серые пелитоморфные с прожилками кальцита

При макроскопическом описании пород, слагающих карбонатные разрезы, рекомендуется:

- применение 10-% соляной кислоты для распознавания доломитизации;
- использование лупы (увеличение 10) для выявления мелких деталей строения и особенно мелких органических остатков;
- смачивание образца водой для более отчетливого проявления текстурных особенностей породы и органических остатков;
- обязательное раскалывание образцов поперек зерна для выявления фаунистических остатков;
- протравливание слабой соляной кислотой для выявления глинистости породы;
- изучение образцов в пришлифовках.

Характеризуя карбонатные разрезы и породы, их слагающие, рекомендуется [16, 24] указывать следующие сведения:

1) по возможности, форма залегания карбонатной породы: седиментационный осадочный слой (пачки); биогерм (или биостром), сложенные каркасным неслоистым известняком;

2) макротекстурные особенности слоя (например: стилолиты разного типа, отдельные крупные раковины, конкреции, следы ряби, иероглифы, трещины высыхания и т.п.).

3) наблюдения над контактами слоев, подробное описание поверхностей, связанных с осушением и размывом; установление поверхностей, связанных с развитием карстовых явлений.

4) мощность и взаимоотношения с подстилающими и перекрывающими отложениями;

5) название;

6) цвет;

7) крепость (твердость);

8) излом (например: раковистый, землистый, ступенчатый, мелкозернистый, крупнокристаллический и т.д.);

9) основная текстура породы (например: плитчатая, микрослоистая, беспорядочная, смятая);

10) основной структурно-генетический тип породы (например: оолитовый, микрозернистый, крупнокристаллизованный, детритовый с фораминиферами и криноидеями и т.д., с указанием, по возможности, размера и количества, поскольку его удастся установить, используя для этого лупу и погружение породы в воду);

11) органические остатки – систематический состав (хотя бы до рода), сохранность (цельные или детрит), окатанность (угловатые или окатанные), взаимное расположение органических остатков,

размер фрагментов, условия захоронения, а также следы жизнедеятельности (сверление, прикрепление к твердому субстрату, зарывание в грунт);

12) основной вещественный состав: содержание кальцита, доломита и терригенной обломочной или глинистой примеси, (для этого используется лупа и 10 %-ная HCl); посторонние минеральные примеси аутигенные диагенетические и эпигенетические (например: глауконит, пирит, окремнение и др. с указанием размера и количества);

13) характер доломитистости: первичная седиментогенно-диагенетическая – однородная и совпадающая с элементами слоистости; вторичная – изменчивая, распределенная участками и выраженная сахаровидностью и песчаниковидностью доломитизированных пород; степень однородности доломитизации, преимущественная локализация доломитистых карбонатов в слое и типичные их контуры и текстуры;

14) конкреции и включения в карбонатной породе, последовательность выделения, включения и прослои, их состав, форма, структура, текстура, взаимоотношение с основной частью породы, количественное содержание;

15) особые признаки карбонатной породы – оруденение, углистость, битуминозность;

16) пористость, трещиноватость и кавернозность породы; метрические характеристики, конфигурация и локализация в слое, связь с участками доломитизации; первая предварительная оценка коллекторских свойств породы.

Особое внимание обращается на описание пустотно-порового пространства и наличие признаков нефтегазоносности пород.

Известняки слагают коллекторы трещинного, кавернового, реже гранулярного (оолитовые) типов. При сочетании различных типов пустот выделяются коллекторы смешанного типа (например: порово-трещинного и т.д.).

4.2. Определение названия карбонатной породы

Карбонатные породы разнообразны по вещественному составу, структуре, происхождению. При названии пород учитываются многие их характеристики, основанные на основном (вещественный состав) и на дополнительных (цвет, происхождение, структура, вторичные изменения, флюидонасыщенность и др.) признаках.

Следует придерживаться двух правил: 1) соблюдать последовательность (рис. 4.2) и 2) не загружать название излишними подробностями, указывая только наиболее отличительные признаки, а всю второстепенную информацию лучше поместить в описании.



Рис. 4.2. Иерархия признаков по определению названия карбонатов

4.2.1. Название карбонатных пород по вещественному составу

В минералогическом составе карбонатных пород главными породообразующими минералами являются кальцит и доломит. Эти минералы могут присутствовать в породе по отдельности, полностью слагая известняки – CaCO_3 и доломиты – $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, а также находиться в породах совместно в разных пропорциях (рис. 4.3).

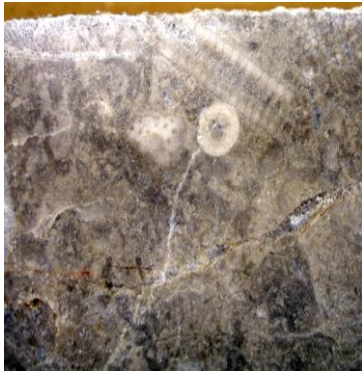
В карбонатных породах, часто в значительных количествах, присутствует терригенный (глинистый и обломочный) материал, кремнистая и битуминозная составляющие.

По соотношению [16]:

- *кальцита и доломита* к известнякам относятся породы, содержащие 95–100 % CaCO_3 , к известнякам доломитовым – 50–95 %, к доломитам известковым – 5–50 %, к доломитам – 9–5 %;

- *карбонатного и глинистого материала* [16], к известнякам (доломитам) относятся породы с содержанием карбонатов в пределах 95–100 %; к глинистым известнякам (доломитам) – 75–95 %, к мергелям (доломитовым мергелям) – 25–75 %, к известковым (доломитовым) глинам – 5–25 %, к глинам – 0–50 %;

- *карбонатного и терригенного материала* [16], к известнякам (доломитам) относятся породы с содержанием карбонатов 95–100 %, к известнякам (доломитам) алевритистым (песчанистым, с гравием или галькой) – 75–95 %, к известнякам (доломитам) алевритовым (песчаным, гравийным, галечным) – 50–75 %.



известняк органогенный сгустково-комковатый с прожилками кальцита



известняк сгустково-комковатый (образец Т.А. Гайдуковой)



известняк обломочный:



известняк хемогенный со стилолитовыми швами



доломит замещения по обломочному известняку (образец Т.А. Гайдуковой)



известняк хемогенный с прожилками кальцита

Рис. 4.3. Различные типы карбонатных пород-коллекторов

Породы, содержащие (в сумме) более 50 % терригенного материала, не являются карбонатами; они относятся к обломочным породам (алевролитам, песчаникам, гравелитам, конгломератам): известковым (доломитовым) – 25–50 %; известковистым (доломитистым) – 5–25 %; с примесью карбонатов – 0–5 %.

Определение содержания кальцита и доломита в породе производится по качественной реакции с 10 %-ной соляной кислотой. На кусочек породы с помощью пипетки наносят каплю соляной кислоты; при растворении породы с бурным вскипанием состав ее кальцитовый; при отсутствии реакции в куске, но при слабой реакции в порошке – состав породы доломитовый.

Для определения количества глинистой и терригенной составляющих известняков берут небольшой кусочек образца (крупинку), растворяют его на стекле и визуально определяют количество нерастворимого остатка по отношению к первоначальному объему.

4.2.2. Название карбонатных пород по происхождению

По происхождению известняки делятся на три основных группы: органогенную, хемогенную и обломочную. На практике чаще всего происхождение пород смешанное и при указании в названии учитывается природа основной ее части, составляющей более 50 %.

1. Органогенные породы более чем на 50 % состоят из скелетных частей организмов. Они представлены в основном известняками; доломиты с органогенной структурой образуются за счет замещения известняков. Среди органогенных известняков выделяют (и отражают в названии) биоморфные, детрито-биоморфные, органогенно-обломочные (органогенно-детритовые) [24] и сгустково-комковатые.

Биоморфные известняки сложены цельными скелетами организмов. Свое название они получают согласно систематическому составу палеонтологических остатков, при этом если:

– в породе остатки организмов принадлежат к одной группе, породы называют соответственно их названию (например: известняки мшанковые, известняки строматолитовые, известняки остракодовые и т.д.);

– присутствует несколько групп, то в названии указываются наиболее распространенные группы (например: известняки пелециподово-гастроподовые).

Детритово-биоморфные известняки состоят из смеси целых (более 50 % от всех органогенных остатков), слабо поврежденных раковин и их детрита.

Органогенно-обломочные (органогенно-детритовые) известняки сложены окатанными и неокатанными обломками органогенных остатков. В зависимости от размера фрагментов они могут быть разделены на:

- *крупнодетритовые* с фрагментами крупнее 1 мм;
- *мелкодетритовые* с фрагментами 1–0,1 мм;
- *шламовые* с фрагментами 0,1–0,01 мм.

Органогенный материал может быть представлен как одной группой организмов, так и несколькими. В случае присутствия нескольких групп организмов при названии карбонатных пород упот-

ребляется термин «*полидетритовые*» (например: полидетритовые известняки); если преобладает какая-нибудь группа организмов, то породы получают соответствующее им двойное название (например: известняки криноидно-полидетритовые); если присутствует только фрагменты одной группы, название дается согласно с названием организмов (например: известняки брахиоподовые, детритовые).

Сгустково-комковатые известняки состоят из сгустков и комочков пелитоморфного известняка, образование которых связывают с жизнедеятельностью сине-зеленых или сверлящих водорослей, с распадом раковин фораминифер на составляющие их кристаллы и материалом копрогенного происхождения [24].

2. Обломочные карбонатные породы образовались при разрушении известняков и доломитов и состоят из обломков этих пород, сцементированных карбонатным цементом. Как и обломочные терригенные породы (смотри часть 1), по размерам и степени окатанности обломков они могут быть отнесены к:

– *брекчиям карбонатным (известняковым или доломитовым¹)*, состоящим из неокатанных обломков карбонатных пород (размером более 1 мм) и карбонатного цемента;

– *конгломератам и гравелитам карбонатным (известняковым или доломитовым)*, состоящим из окатанных обломков карбонатных пород (размером более 1 мм) и карбонатного цемента;

– *песчаникам карбонатным (известняковым или доломитовым)*, состоящим из обломков карбонатов (размером 0,1–1 мм), сцементированных карбонатным цементом;

– *алевролитам карбонатным (известняковым или доломитовым)*, состоящим из обломков карбонатов (размером 0,01–0,1 мм), сцементированных карбонатным цементом.

Отличие их от терригенных пород состоит в том, что обломочный материал образуется преимущественно за счет разрушения местных пород, а состав обломков и цемента – карбонатный.

3. Хемогенные карбонатные породы (известняки и доломиты) образуются в результате физико-химических процессов, протекающих в водоемах в седиментогенезе (например: оолитовые и микрозернистые карбонаты), и на более поздних стадиях развития породы в диагенезе и катагенезе (например: доломиты замещения, развитые по известнякам; кальцитизированные доломиты и др.).

¹ Не путать с известковыми (доломитовыми) и известковистыми (доломитистыми) терригенными породами, в которых обломки представлены кварцем, полевыми шпатами и породами разного состава, а цемент имеет карбонатный состав.

4.2.3. Название карбонатных пород по структуре

Для карбонатных пород, особенно хомогенного происхождения и перекристаллизованных, в названии часто указывается структурные характеристики пород, определяемые размером кристаллических зерен.

Название породы по этому структурному признаку и размеры соответствующих кристаллических зерен приведены в табл. 4.1.

Как правило, оно помещается после названия, связанного с происхождением породы.

Таблица 4.1

Определение названия карбонатных пород по степени кристалличности

Название пород	Название пород (структуры) по размеру кристаллических зерен	Размер кристаллических зерен, мм
Известняк (доломит)	крупнокристаллический	0,5–1
Известняк (доломит)	среднекристаллический	0,1–0,5
Известняк (доломит)	мелкокристаллический	0,05–0,1
Известняк (доломит)	тонкокристаллический	0,01–0,05
Известняк (доломит)	микроркристаллический (пелитоморфный)	менее 0,01

4.3. Изучение и описание порового пространства карбонатных коллекторов

Карбонатные коллекторы относятся к коллекторам с преимущественно вторичным пустотным пространством – трещинного и кавернового типа (рис. 4.5). Трещины в карбонатных породах образуются в диагенезе и катагенезе, но они залечиваются кальцитом и не играют роли при миграции нефти и газа. Большое значение при миграции углеводородов и формировании залежей имеют трещины тектонические: пронизывая породу в разных направлениях, они способствуют увеличению сообщаемости тупиковых пор, с другой стороны, сами создают как пути миграции, так и дополнительную емкость.

Каверны образуются в результате химического растворения кальцита известняков, сопровождаемого выносом растворенных

компонентов, а также благодаря процессам доломитизации, молекула доломита меньше молекулы кальцита и при замещении доломитом кальцита образуются каверны.

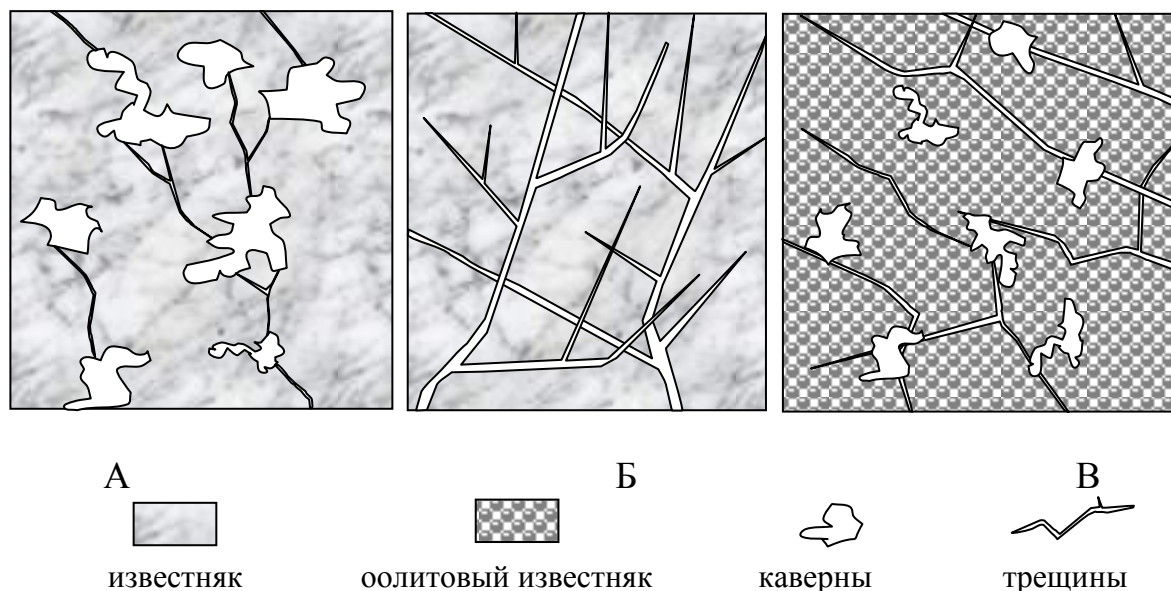


Рис. 4.5. Схема образования пустотного пространства в коллекторах кавернозного (А) трещиноватого (Б) и смешанного (В) типов

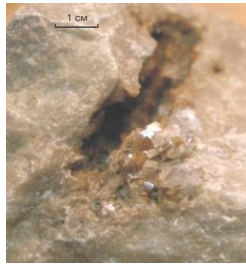
Реже карбонатные породы представлены коллекторами с первичными порами – гранулярными (оолитовые известняки) и биопустотными (органогенные разности).

Чаще всего пустотное пространство в карбонатах имеет смешанное происхождение и представлено пустотами разной формы, размеров и генезиса (рис. 4.6).

Емкость трещинного карбонатного коллектора обуславливается пустотами трех видов:

- межзерновым поровым пространством с величиной пористости блоков в 2–10 %;
- кавернами и микрокарстовыми пустотами в карбонатных породах, составляющими 13–15 % полезной емкости трещинного коллектора;
- пространством самих трещин, т.е. трещинной пористостью, составляющей десятые и сотые доли процента относительно объема трещиноватой породы.

Исходя из наличия этих различных видов пустот, в карбонатных коллекторах трещинного типа можно выделить коллекторы:



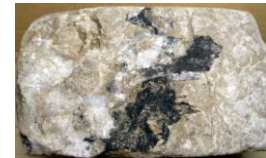
коллектор кавернового типа – известняк



каверна в известняке, заполненная битумом



коллектор трещинного типа – известняк хемогенный со стилолитовым швом, заполненным битумом



А



Б

Образцы Т.А. Гайдуковой хемогенный (А) и комковатый (Б) известняки – коллекторы трещинного типа с битум



Образец

Т.А. Гайдуковой нефтяное вещество и кальцит в трещинах в доломите – коллекторе трещинного типа



коллектор трещинного типа – известняк с открытыми трещинами и прожилками кальцита



коллектор каверново-трещинного типа – растворение известняка вблизи и в прожилках



Образцы Т.А. Гайдуковой

коллектор трещинно-кавернового типа – доломит замещения по известняку

коллекторы кавернового типа – доломиты замещения

Рис. 4.6. Особенности пустотно-порового пространства в коллекторах разного типа

– *кавернозные*, емкость в которых складывается из полостей каверн и карстов, связанных между собой системой микротрещин; они приурочены в основном к карбонатным породам; фильтрация жидкостей и газов в них осуществляется по микротрещинам, соединяющим мелкие каверны;

– *трещиноватые*, емкость в которых определяется в основном трещинами; они приурочены к карбонатным породам, а также к плотным песчаникам, хрупким сланцам и другим плотным породам; фильтрация нефти и газа в них происходит только по системам микротрещин с раскрытостью свыше 5–10 мкм;

– *смешанные*, представляющие собой сочетания и переходы по площади и по разрезу трещиноватого или кавернозного коллекторов с гранулярными.

Методика исследования коллекторских свойств трещинных горных пород имеет свои особенности, здесь наряду с макроскопическими методами широко применяется изучение шлифов, измерение объема трещин путем насыщения керна люминесцирующими жидкостями (рис. 4.7), использование данных исследования скважин на приток.

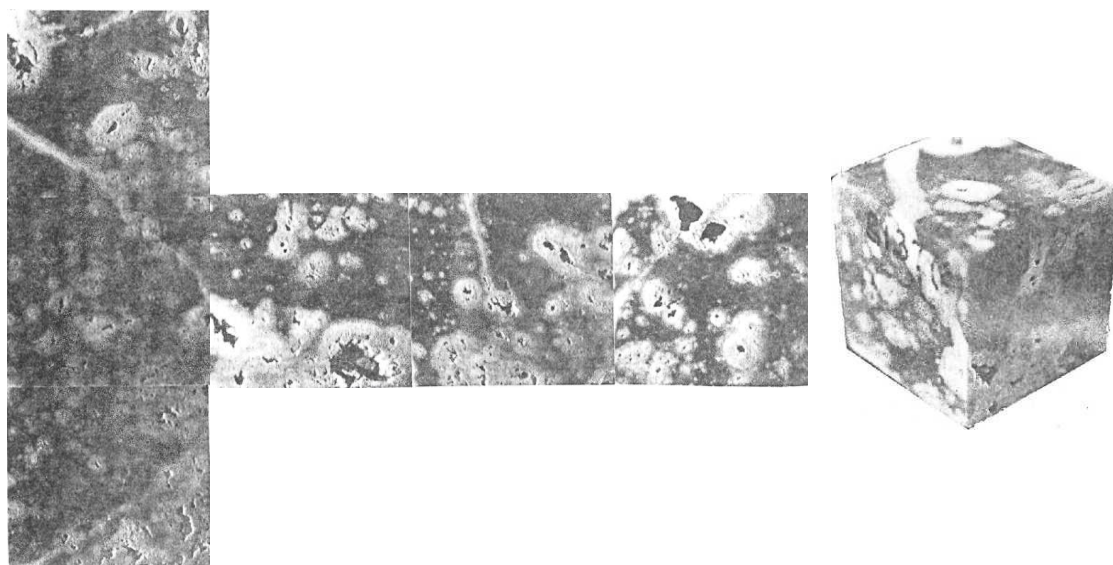


Рис. 4.7. Сложный порово-кавернозно-трещинный тип коллектора, выявленный при пропитке образца люминофорами [3]

Поэтому изучение трещин, видимых невооруженным глазом в керне, следует сопровождать обязательным отбором образцов для лабораторных исследований. Размеры образцов определяются исходя из следующего: для насыщения жидкостями трещин применяется предва-

рительное изготовление кубиков с длиной ребра 5 см; для изготовления шлифов необходима пластинка породы площадью не менее 2000 мм².

При макроскопических исследованиях трещиноватость керн изучают одновременно с его послойным описанием. В практике геолого-разведочных работ трещины, которые можно наблюдать в керне невооруженным взглядом называют макротрещинами. Их ширина более 40–50 мкм (более 0,4–5 см). Трещины, различимые только под микроскопом называют микротрещинами, их ширина менее 40–50 мкм.

В действительности изучение трещин по керну ограничивается как диаметром керн, так и раскалыванием керн на части по наиболее широким трещинам. Отрывочные сведения по ним (о направлении трещин, о поверхности стенок трещины, о характере минерализации и т.п.) можно получить лишь в случае сохранности больших кусков керн и наличии на их стенках фрагментов вещества, заполняющего трещину.

К характеристикам трещин относятся: направление трещины, угол падения, морфология (прямые, извилистые, ветвящиеся, стилолиты, с раздувами и пережимами и т.д.), распределение в пространстве (параллельные, пересекающиеся), характер заполнения (размеры кристаллических зерен, морфология кристаллов, зональное строение), минеральное выполнение (кальцит, кварц, пирит и др.), длина, раскрытость, степень заполнения, густота (одиночные, редкие, частые), интенсивность трещинообразования.

Первые из этих параметров являются в основном генетическими признаками трещин, помогающими установить историю формирования трещинного коллектора, в то время как четыре последних характеризуют качество трещинных коллекторов, определяя их трещинную пористость и проницаемость.

Направление трещины определяется их ориентацией в пространстве (вертикальные, горизонтальные, наклонные), относительно наложения породы (согласное со слоистостью, поперек слоистости, под углом слоистости и т.д.) и к структурным формам (продольные, поперечные, радиальные). При наклонном расположении одиночных трещин измеряют угол относительно оси керн или слоистости.

Морфология трещины подразумевает: степень извилистости трещины (линейная, слабо извилистая, сильно извилистая с плавными изгибами, зигзагообразная и т.д.); ветвление (не ветвящаяся, слабо ветвящаяся, сильно ветвящаяся); характер поверхности стенок (неровные, гладкие, волнистые и т.д.).

Длина (протяженность) трещин измеряется курвиметром и указывается в сантиметрах или метрах. При описании обязательно указывается характер протяженности трещин: *сквозные трещины* имеют зна-

чительную протяженность и протягиваются через породы всего слоя; *затухающие трещины* очень короткие и заканчиваются в пределах слоя. Следует помнить, что длину трещин по керну часто определить не удается.

Раскрытость трещин является одной из важных характеристик, определяющих возможность миграции флюидов. Раскрытость трещин определяется шириной трещин, определенной расстоянием по перпендикуляру между ее стенками (рис. 4.7): она измеряется в микрометрах (мкм). Верхний предел раскрытости трещин принято считать равным 100 мкм (10 см).

По степени раскрытости выделяют:

- макротрещины с раскрытостью свыше 100 мкм,
- микротрещины с раскрытостью до 100 мкм.

Среди микротрещин по степени раскрытости выделяют:

- широкие – волосные – 0,05–0,15 мм и более.
- узкие – субкапиллярные – 0,01–0,05 мм;
- очень узкие – капиллярные трещины – 0,005–0,01 мм,

По *степени заполнения* различают трещины открытые, частично выполненные и закрытые.

К *открытым трещинам* относятся трещины, заполненные газом, водой, нефтью (рис. 4.8, А). Раскрытость открытых трещин обычно меняется от единиц до 20–30 мкм реже до 100 мкм (микротрещины) и выше (макротрещины).

К *частично выполненным трещинам* относятся трещины *минерализованные* – частично (рис. 4.8, Б) заполненные минеральным веществом (кальцитом, кварцем, пиритом, глинистыми минералами и др.).

Разновидностью частично выполненных трещин являются трещины, заполненные твердым органическим веществом – битумом (рис. 4.6) и трещины, заполненные перетертым материалом вмещающих трещину пород. Вещество в минерализованных трещинах может заполнять поверхность трещин ровным по толщине слоем или образовывать неровные поверхности (рис. 4.8, Б).

В последнем случае при характеристике раскрытости указывают пределы ее изменения. Раскрытость минерализованных трещин варьирует от долей мм до 1 см и более [11].

К *закрытым трещинам* относятся трещины с сомкнутыми стенками и трещины (прожилки), полностью заполненные минеральным веществом (рис. 4.8, В).

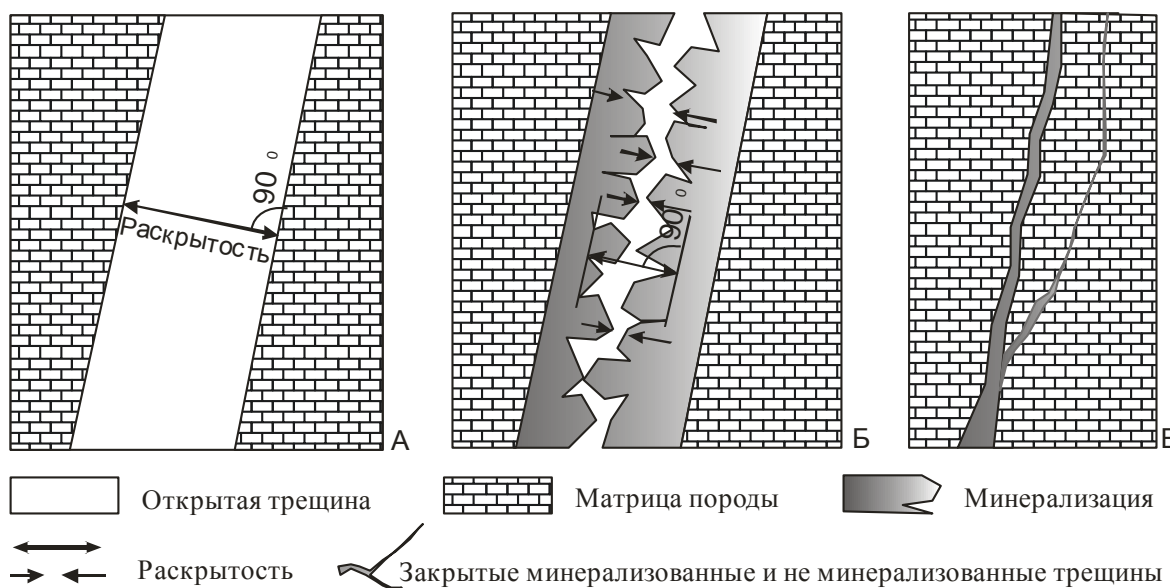


Рис. 4.8. Открытые, частично выполненные и закрытые трещины

Под *густотой трещин* понимается число трещин, приходящееся на единицу длины нормали к плоскостям этих трещин. Густота трещин измеряется в 1/м и вычисляется по формуле:

$$\Gamma = \Delta n / \Delta L,$$

где Δn – число трещин, пересекающих линию длиной ΔL , перпендикулярную к направлению их простирания.

Интенсивность трещиноватости определяется общим количеством трещин, развитых в породе, и зависит от литологического состава породы, степени ее метаморфизма и структурных особенностей залегания пласта. Она оценивается объемной плотностью трещин (T), являющейся общим критерием степени растресканности породы и поверхностной плотностью трещин (Π):

$$T = S/V$$

$$\Pi = L/F$$

где: S – суммарная площадь продольного сечения всех трещин, секущих объем V породы;

L – суммарная длина срезов всех трещин, пересекаемых поверхностью площади F .

При этом объективным критерием интенсивности трещинова-

тости величина Π будет только в том случае, если трещины перпендикулярны к плоскости сечения.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какими причинами обусловлены трудности, связанные с выделением слоев и расчленением разрезов, сложенных карбонатными породами?
2. Как выделяют слои в карбонатных толщах?
3. Какие приемы и в каких целях применяют при изучении карбонатных пород?
4. Какие сведения указываются при макроскопическом описании карбонатных толщ и пород?
5. Каких рекомендаций следует придерживаться при определении названия карбонатной породы?
6. Назовите главные породообразующие минералы карбонатных пород, укажите их состав?
7. При каких соотношениях кальцита и доломита, карбонатного и глинистого материала, карбонатного и терригенного материала порода относится к известнякам?
8. Что такое мергель?
9. Каким образом определяется в известняке количество глинистой и терригенной составляющих?
10. Как отличить доломит от известняка?
11. В чем отличие известняков доломитовых от доломитов известковых?
12. В чем заключаются отличия биоморфных, детрито-биоморфных, органогенно-обломочных (органогенно-детритовых) и сгустковомковатых известняков?
13. В чем сходство и отличие обломочных карбонатизированных и карбонатных обломочных пород?
14. Как образуются хемогенные карбонаты?
15. Приведите классификацию карбонатов по степени их кристалличности (размер от 0,001 до 1 мм).
16. Назовите типы коллекторов по особенностям пустотно-порового пространства, сформированных в карбонатных породах.
17. Как образуются первичная и вторичная пустотность в карбонатах?
18. Оцените вклад первичных и вторичных пустот в формировании коллекторских свойств в карбонатных коллекторах.
19. Что такое трещины?

20. На какие группы по происхождению можно разделить трещины, развитые в карбонатах?
21. Какими видами пустот обеспечивается емкость карбонатного коллектора трещинного типа?
22. Какие типы трещинных коллекторов по виду пустот можно выделить в карбонатах?
23. Какие характеристики трещин следует указывать при описании трещинных коллекторов?
24. Что такое раскрытость трещин?
25. В чем отличие открытых, частично выполненных и открытых трещин?
26. Как определяется густота трещин?
27. Что такое интенсивность трещинообразования, как она определяется?
28. Назовите основные признаки наличия углеводородов, отмечаемые в карбонатных породах.