

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НЕФТЕГАЗОВАЯ ЛИТОЛОГИЯ»

НАПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ) ООП

**05.04.01 ГЕОЛОГИЯ**

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ)

«Нефтегазопромысловая геология»

КВАЛИФИКАЦИЯ: магистр

**Разработчик Н.М. Недоливко, к.г.-м.н., доцент кафедры Геология и разведки  
полезных ископаемых**

## *Лабораторная работа 11*

### **МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПУСТОТНО-ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ**

**2 часа, 2 балла**

Пустотно-поровое пространство, сформированное в карбонатных породах, по сравнению с пустотами песчаников отличается большим разнообразием, как по происхождению и распределению в матрице породы, так и по морфологии. Оно образуется на всех стадиях литогенеза и особенно при внестадийных процессах и может быть первичным и вторичным. Первичные пустоты встречаются преимущественно в породах обломочных (межобломочные поры), оолитовых (межоолитные пустоты), сферолитовых (межсферолитовые пустоты), комковато-сгустковых (межформенные пустоты, развитые между комками и сгустками) и органогенных (межформенные и внутрiformенные биопустоты). Вторичные пустоты формируются в результате перекристаллизации, растворения, растрескивания. К вторичным пустотам относятся межкристаллитные и кавернообразные поры, каверны и трещины. Вторичное пустотное пространство может носить унаследованный характер и развиваться по первичным порам (наблюдается при растворении), или не согласовываться с ним (например, при трещинообразовании) (рис. 11.1).

*Межкристаллитные поры* образуются при перекристаллизации основной матрицы породы и при заполнении пустот кристаллизующимися на их стенках и нарастающими навстречу друг другу минералами (доломитом, кальцитом, сульфатами и т.д.). Морфология межкристаллитных пор геометрически оформленная (треугольная, полигональная и др.), размеры от долей до 1–2 мм.

*Кавернообразные поры* – представлены мелкими (размером менее 2 мм) пустотами растворения. Они развиваются по межкристаллитным порам, по мелким трещинкам и ослабленным зонам за счет растворов, принесенных извне.

*Каверны* образуются в результате химического растворения кальцита известняков, а также благодаря процессам доломитизации, сопровождаемым выносом растворенных компонентов. Они могут располагаться в породе беспорядочно или согласно слоистости. Морфология их неправильная с извилистыми заливообразными и зигзагообразными (при инкрустации) ограничениями. На стенках каверн могут нарастать натечные корочки карбонатного материала (реже карбонатного и кремнистого и др.) и кристаллические зерна кальцита, доломита, иногда кварца. Каверны могут быть пустыми, частично или полностью заполненными более поздними минералами. К характеристикам каверн относятся: равномерность распределения в матрице породы, морфология, размеры, структура и степень минерального заполнения, процентное содержание по отношению к объему породы в целом.

*Трещины* образуются в породах на стадии диагенеза, катагенеза и на любых этапах литогенеза при тектонической активности.

Диагенетические и катагенетические трещины, как правило, залечиваются кальцитом и другими минералами и, если не подновляются последующими процессами (растворением, растрескиванием и т.д.), в формировании пустотности карбонатных пород не участвуют. Из трещин катагенетического уплотнения наиболее выражены в карбонатных породах *стилолиты* или *микростилолиты* (микростилолитовые поверхности, выступы, швы). Они образуются в результате уплотнения, сопровождающегося частичным растворением.

*Тектонические трещины* имеют прямолинейный и слабоизвилистый характер. Они могут образовываться одновременно и в разное время. В последнем случае трещины относятся к разным генерациям и могут развиваться по более ранним трещинам или пересекаться под разными углами.

К характеристикам трещин относятся: направление, угол падения, морфология, распределение в пространстве (параллельные, пересекающиеся), длина, раскрытость, густота (одиночные, редкие, частые), интенсивность трещинообразования. При заполнении трещин минеральным или органическим веществом указывается степень (полное или частичное) и характер заполнения (структура и морфология кристаллов, положение кристаллических зерен относительно направления трещины и ее стенок, зональность и др.) и минеральный состав (кальцит, кварц, пирит и др.). Первые из этих параметров помогают установить историю формирования трещинного пространства, три последних характеризуют качество трещинных коллекторов, определяя их трещинную пористость и проницаемость.

*Направление трещин* определяется их ориентацией в пространстве (горизонтальные, наклонные, вертикальные,), относительно наложения породы (согласное со слоистостью, поперек слоистости, под углом к слоистости и т.д.) и к структурным формам (продольные, поперечные, радиальные). При наклонном расположении одиночных трещин измеряют их угол падения (в шлифах обычно по отношению к слоистости), по которому выделяют горизонтальные (0–5°), пологие (5–20°), слабонаклонные (20–45°), крутые (45–80°) и вертикальные (80–90°) трещины.

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

*Длина (протяженность) трещин* измеряется по линейке (в мм, см). В образцах прослеживаются фрагменты сквозных трещин (протягиваются через весь образец). Затухающие трещины – очень короткие, заканчивающиеся в пределах образца, присутствуют как полностью, так и частично.

По *степени раскрытости* трещины могут быть закрытыми, частично открытыми и полностью открытыми (открытыми). К закрытым трещинам относятся трещины с сомкнутыми стенками или полностью заполненные минеральным веществом – прожилки. Минеральное заполнение трещин может быть представлено кальцитом, кварцем, пиритом, хлоритом и др. К открытым относятся трещины, заполненные газом, водой, нефтью. Расстояние по перпендикуляру между стенками открытых трещин характеризует их ширину или раскрытость. Она измеряется в миллиметрах или микрометрах. Согласно К.И. Багринцевой [3], они подразделяются на очень узкие (0,001–0,01 мм), узкие (0,01–0,05 мм), широкие (0,05–0,1 мм), очень широкие (0,1–0,5 мм) и макротрещины (> 0,5 мм), по Е.М. Смахову [57] – на микротрещины (<0,1 мм) и макротрещины (>0,1 мм).

К частично открытым относятся трещины, заполненные перетертым материалом вмещающих пород, не полностью *минерализованные* трещины и трещины с битумом. Если вещество заполняет трещины с образованием неровных поверхностей, то при характеристике раскрытости указывают пределы ее изменения.

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  $\Delta n$  – число трещин, пересекающих линию длиной  $\Delta L$ , перпендикулярную к направлению их простирания.

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

$$T = S/V$$

$$P = L/F$$

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

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

Объективным критерием интенсивности трещиноватости величина П будет только в том случае, если трещины перпендикулярны к плоскости сечения.

Сводная классификация пустот, по М.К. Калинко, приведена в таблице.

Таблица 11.1

Тип пустот по размерам (по М.К. Калинко) [10]

Размеры, мм	Морфология пустот				
	Тип пор и каверн	Тип каналов	Тип трещин	Раскрытость, мм	
<0,0002	Поры	Субкапиллярные	Субкапиллярные	<0,0002	
0,0002–0,001		Микропоры	Микропоровые	0,0002–0,001	
0,001–0,01		Тонкие	Тонкопоровые	0,001–0,01	
0,01–0,1		Очень мелкие	Очень мелкопоровые	0,01–0,05	
0,1–0,25		Мелкие	Мелкопоровые	0,05–0,1	
0,25–0,5		Средние	Среднепоровые	0,1–0,5	
0,5–1		Крупные	Крупнопоровые	0,5–1,0	
1–2		Грубые	Грубопоровые	1,0–2,0	
2–20	Каверны	Мелкие	Макротрещины	2–5	
			Широкие макротрещины	5–20	
20–100		Средние	Среднекаверновые	Весьма широкие макротрещины	20–50
100–200		Крупные	Крупнокаверновые		
>200	Пещеры	–	–	–	



Рис. 11.1. Пустоты в карбонатных породах

### Ход работы

1. Устанавливается генетический тип пустотного пространства (поры, трещины, каверны).

2. *Оцениваются*

- распределение пустот (равномерное, неравномерное, густота – одиночные, редкие, частые);

- ориентацию пор и трещин (для пор – ориентированные послойно, расположены беспорядочно, приурочены к определенным прослоям и т.д.; для трещин – параллельные, пересекающиеся, секущие породу вдоль напластования или под углом к нему и т.д.);

- морфологию пор и трещин (для пор – правильная, неправильная, заливообразная; для трещин – линейная, слабо извилистая, сильно извилистая с плавными изгибами, зигзагообразная) и т.д.);

- ветвление (для трещин): не ветвящиеся, слабо ветвящиеся, сильно ветвящиеся);

- степень извилистости: линейные, слабо извилистые, сильно извилистые с плавными изгибами, зигзагообразные и т.д.);

- характер заполнения (размеры кристаллических зерен, морфология кристаллов, зональное строение);

- минеральное выполнение (кальцит, кварц, пирит и др.);

- характер поверхности стенок (неровные, гладкие, волнистые и т.д.);

- размеры (с определением не только метрических значений – поперечные сечения пор и каверн, раскрытость и длина трещин, но и классификации пустот по размерам пустотно-порового пространства);

- степень сообщаемости – для пор;

- рассчитать густоту и интенсивность трещинообразования – для трещин;

- равномерность, степень сообщаемости, общую пористость.

3. На основании полученной информации дается развернутая характеристика пустотно-порового пространства пород-коллекторов разного типа и делается вывод об условиях его формирования: первичные или вторичные пустоты, на каком этапе литогенеза образовались, какие процессы способствовали их возникновению.

4. В соответствии с выбранными классификациями, обосновывается определение типа коллектора.