

Лекция II

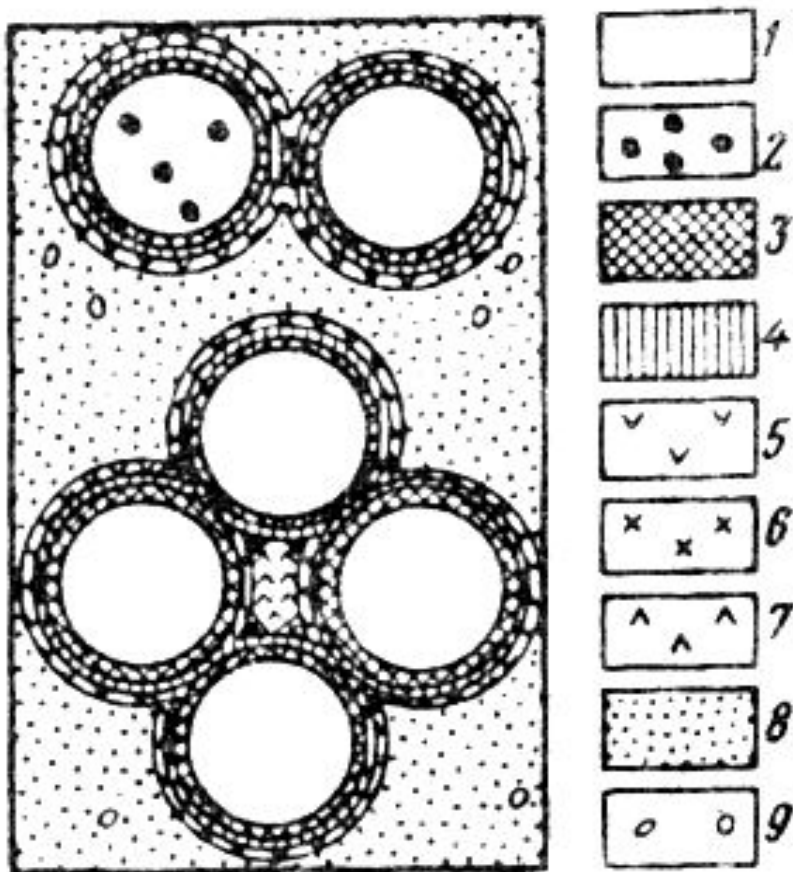
Воды нефтяных и газовых месторождений в системе природных вод, виды вод

В земной коре воды и водные растворы находятся в горных породах (являются частью пород) в разных формах, в связи с чем, выделяются воды различных видов.

Согласно современным схемам в породах имеются воды следующих видов: свободная гравитационная (жидкая), свободная капиллярная (жидкая), сорбционно-замкнутая, стыковая (пендулярная), рыхлосвязанная (лиосорбированная), прочносвязанная (адсорбированная), парообразная, твердая (лед), цеолитная, кристаллизационная и конституционная вода минералов (рис. 1).

- **Свободная (гравитационная) вода** находится в капельно-жидком состоянии в проницаемых породах (коллекторах) в сверхкапиллярных порах передает гидростатическое давление, движение ее происходит под действием гравитационной силы.
- **Капиллярная вода** (тоже свободная или слабосвязанная) находится в капиллярных порах и при сплошном их заполнении может передавать гидростатическое давление; при частичном заполнении пор она подчиняется лишь менисковым силам.
- **Сорбционно-замкнутая вода** (в основном в глинах) представляет собой капельно-жидкую воду, изолированную от основной массы воды, насыщающей породу, слоями связанной или стыковой воды

Рис. 1 – Взаимоотношения между различными видами вод и минеральными компонентами пород (по А.А.Карцеву)



- 1 – минеральные частицы пород;
- 2 – минералы с включениями воды; виды воды:
- 3 - адсорбированная,
- 4 – лиосорбированная,
- 5 – капиллярная,
- 6 – стыковая (пендулярная),
- 7 – сорбционно-замкнутая,
- 8 – свободная гравитационная;
- 9 – молекула воды в виде пара

- По физическим свойствам капиллярная и сорбционно-замкнутая воды существенно не отличаются от свободной гравитационной. Связанные воды удерживаются на поверхности минеральных частиц породы силами молекулярного сцепления и водородными связями, образуя слой, толщина которого может достигать нескольких десятков или даже сотен диаметров молекул воды. Внешняя, большая часть этого слоя представлена слабосвязанной водой. Эта вода уже отличается рядом свойств от капельно-жидкой воды. Связанные воды целиком заполняют некоторые субкапиллярные поры и находятся также у стенок поровых каналов большего размера. Содержатся они как в водопроницаемых, так и в водоупорных породах (глинах, плотных известняках и т.п.)

В местах сближения минеральных частиц породы слой связанных и капиллярных вод утолщается – там находится стыковая вода.

Адсорбированная (прочносвязанная) вода образует на поверхности минеральных частиц слой толщиной в одну или несколько молекул.

В отличие от рассмотренных форм физически связанных вод, химически связанные воды входят в состав минералов. По степени прочности связи с веществом минералов различают цеолитную, кристаллизационную и конституционную воды.

- Особое положение занимает вода, находящаяся в минералах в виде включений в совершенно замкнутых полостях (окклюдирующая или вакуольная). Эта вода бывает капельно-жидкой и по своим свойствам близкой к свободным водам (содержит и растворенные вещества).

Цеолитная вода содержится в минералах в непостоянных количествах (например, в цеолитах, опале $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). К цеолитным водам по этому признаку следует отнести очень важную группу связанных вод – воду, находящуюся в межслоевых промежутках глинистых минералов (монтмориллонита, иллита и т.п.), которую называют межслоевой.

Кристаллизационная вода (например, в гипсе $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) входит в состав кристаллической решетки минерала в постоянном количестве, но при ее удалении полного разрушения минерала не происходит.

Конституционная вода (например, в слюдах) выделяется лишь при полном разложении минералов. Конституционную воду минералов можно и не включать в число видов вод, так как часто фактически это лишь гидроксильные группы.

- Особое место занимают воды, находящиеся в земной коре в виде льда и пара.

Распространение льдов в криолитозоне и паров в областях вулканизма весьма велико и имеет большое практическое значение. На больших глубинах находятся также жидкие перегретые воды.

Компоненты водосодержащей осадочной породы образуют систему, включающую подсистемы:

1. твердую часть (твердую фазу) - скелет, цемент, обменный комплекс;
2. жидкую часть (жидкую фазу) - воды, водные растворы, нефть;
3. газовую фазу.

Часть воды может входить в состав твердой фазы.

Эта фаза содержит воду в следующих формах: межслоевую глинистых и подобных им минералов и кристаллизационную. Жидкая водная фаза состоит из свободной и связанной воды.

Свободные воды (и часть связанных) представляют собой водные растворы. Всякий раствор можно рассматривать как систему растворитель - растворенное вещество. Последнее включает ионы, молекулы солей, их агрегаты, органические вещества (ОВ).

Растворенные компоненты водных растворов соотносятся с различными подсистемами водосодержащей породы, а именно: ионы, соли, минеральные коллоиды – с твердой фазой, растворенные газы – с газовой, растворенные ОВ – с жидкой нефтяной (и полужидкой битумной) фазой. Налицо, таким образом, многократное взаимопроникновение подсистем водосодержащей породы.

Таблица 1
Классификация скоплений вод
 (по И.К.Зайцеву, Н.И.Толстихину и В.А.Кирюхину, 1987 г.)

Тип вод, индекс типа	Класс вод, номер класса
1	2
Пластовые, П	Поровые, 1 Трещинно-поровые, 2 Порово-трещинные, 3 Трещинные, 4 Трещинно-карстовые, 5
Трещинно-жильные, Т	Регионально-трещинные: зон выветривания, 6 зон тектонической и литогенетической трещиноватости, 7 Карстово-жильные, 8 Локально-трещиноватые зоны тектонических нарушений, 9
Лавовые, Л	Верхнелавовые, 10 Межлавовые, 11 Внутрилавовые, 12

- Пластовые трещинные воды (П4) распространены в осадочных породах платформенных областей и в кристаллических массивах. Пластовые трещинно-карстовые воды (П5) характерны для карбонатных и терригенно-карбонатных пород, содержащих в ряде случаев пласты или линзы гипса, ангидрита, каменной соли. Эти воды распространены в палеозойских отложениях Русской и Сибирской платформ и мезозойском комплексе осадков в пределах эпипалеозойских плит на юге нашей страны.

- Трещинно-жильные воды зон выветривания (Т6) характерны для горно-складчатых областей. Обводненность зон выветривания зависит от типа слагающих их пород. Наибольшей обводненностью обладают карбонатные породы, в меньшей степени водонасыщены метаморфизованные терригенные отложения. Воды зон тектонической и литологической трещиноватости (Т7) тесно связаны с водами класса Т6, так как трещиноватость выветривания развивается на фоне литогенетической трещиноватости. Карстово-жильные воды (Т8) залегают в карбонатных и терригенно-карбонатных перекристаллизованных и сильно дислоцированных породах. Они распространены в орогенных областях Крыма, Кавказа, Тянь-Шаня, Саян.

- Локально-трещинные воды зон тектонических нарушений (ТЗ) распространены преимущественно в горно-складчатых областях. К зонам тектонических нарушений приурочены выходы минеральных источников. Степень обводненности тектонических зон зависит от подвижности нарушений и определяется в основном литологией вмещающих пород. Поскольку в нефтегазоносных областях Сибирской платформы трапповый магматизм широко распространен, изучение трещинных вод, циркулирующих по контактам трапповых интрузий и осадочных пород, необходимо для выявления гидродинамических и гидрогеохимических условий, способствовавших или препятствовавших формированию и сохранению скоплений углеводородов (УВ).

Лавовые воды, приуроченные к эффузивным телам. В верхней части эффузивной толщи, особенно подвергшейся процессам выветривания, приводящего к появлению трещин и пустот, залегают верхнелавовые воды (Л10).

В осадочно-туфогенных отложениях, подстилаемых и перекрываемых лавовыми телами, могут быть распространены воды, относящиеся к межлавовым (Л11) и внутрилавовым (Л12). Водообильность эффузивных пород зависит от тектонической и литологической трещиноватости. Максимальная водообильность характерна для пористых туфов. Межлавовые и внутрилавовые воды распространены в областях туфогенных и осадочных образований в пределах Малого Кавказа, Камчатки, Забайкалья и др.

Контрольные вопросы:

1. Почему воды нефтяных и газовых месторождений относятся к природным водам литосферы?
2. Чем объясняется наличие специфических свойств у вод нефтяных и газовых месторождений?
3. Что такое цеолитная вода?
4. Какое практическое значение имеют связанные и стыковые воды, в том числе при подсчете запасов УВ?
5. На какие подсистемы можно разделить систему «водосодержащая порода»?