

**Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»
Геолого-географический факультет
Кафедра геологии и географии**

**Дисциплина:
Гидрогеология**

К.Т.Н., доцент

Меженная Ольга Борисовна

Гомель 2018

Тема 3. Водно-коллекторские свойства горных пород

- 1 Сквозность (пустотность) горных пород
- 2 Влажность и влагоемкость горных пород
- 3 Проницаемость

1 Сквозность (пустотность) горных пород

- Основными водно-коллекторскими (гидрогеологическими) свойствами горных пород являются их **влагоемкость** и **проницаемость**.
- Свободное пространство в минеральном скелете, представленное пустотами различной формы, размера и генезиса, называется **сквозностью (пустотностью) горных пород**.
- Численно может быть охарактеризовано **объемным коэффициентом сквозности** (общая или абсолютная сквозность)

$$n_e = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{э}}} 100\%$$

Где $V_{\text{п}}$ — общий объем всех пустот, содержащихся в данном элементе горной породы;

$V_{\text{э}}$ — объем элемента.

Коэффициент открытой скважности n_o (пустотности), который определяется как отношение общего объема открытых (связанных между собой) пустот к объему всей породы (образца).

- **Активная (динамическая) скважность горных пород (n_a)** определяется как отношение объема открытых пустот, по которым происходит (может происходить) движение гравитационной воды, к объему всей породы (образца).
- В общем случае величины общей, открытой и активной скважности определяются соотношением

$$n_c \geq n_o > n_a$$

■ Виды скважности (пустотности) горных пород в зависимости от размеров

Вид скважности	Диаметр пустот D, мм	Ширина L, мм	Соотношение открытой и активной скважности
Субкапиллярная	менее 0,0002	менее 0,0001	$n_a \ll n_o; n_a \approx 0$
Капиллярная	0,0002—0,5	0,0001-0,25	$n_a < n_o$
Сверхкапиллярная	более 0,5	более 0,25	$n_a \approx n_o$

- Основными морфометрическими видами скважности горных пород, которые определяются генезисом породы и условиями ее эпигенетического преобразования, являются **пористость, трещиноватость и кавернозность**.
- Все горные породы земной коры подразделяются на породы (среды)
 - пористые (моровые),
 - трещинные,
 - каверновые,
 - порово-трещинные, трещинно-каверновые и др.

- **Пористыми горными породами** (в гидрогеологии чаще используется понятие "пористые среды", или "среды порового типа") называются породы, у которых свободное пространство представлено различными по размерам (условно менее 1,0 мм) пустотами изометрической формы.

■ Значения коэффициента пористости горных пород

Породы		Средняя пористость, %
Свежие осадки	Илы глинистые	50.0
	Торф	80.0
	Различные типы почв	55.0
Породы верхней части зоны выветривания	Пески	35.0
	Лесс, лёссовидные суглинки	45.0
	Покровные суглинки	35.0
	Глины	35.0
Осадочные породы	Лески рыхлые	25—35.0
	Песчаники	10-20.0
	Глины	20-40.0
	Гипс	1.0
	Мел	30,0
	Опока	35.0
Метаморфические породы	Сланцы, глинистые и др	4.0
	Кварциты, гнейсы, мрамор	2.0
Магматические породы	Порфириты	2.0
	Граниты, сиениты	1.0
	Эффузивы	2.0
	Интрузивы	1.0

- Основными процессами, определяющими уменьшение общей пористости обломочных пород, являются **уплотнение и цементация порового пространства.**
- Снижение общей пористости обломочных пород при уплотнении определяется
 - **величиной уплотняющего давления,**
 - **временем воздействия уплотняющего давления,**
 - **формой и размерами зерен,**
 - **их минеральным составом ,**
 - **структурой порового пространства породы .**

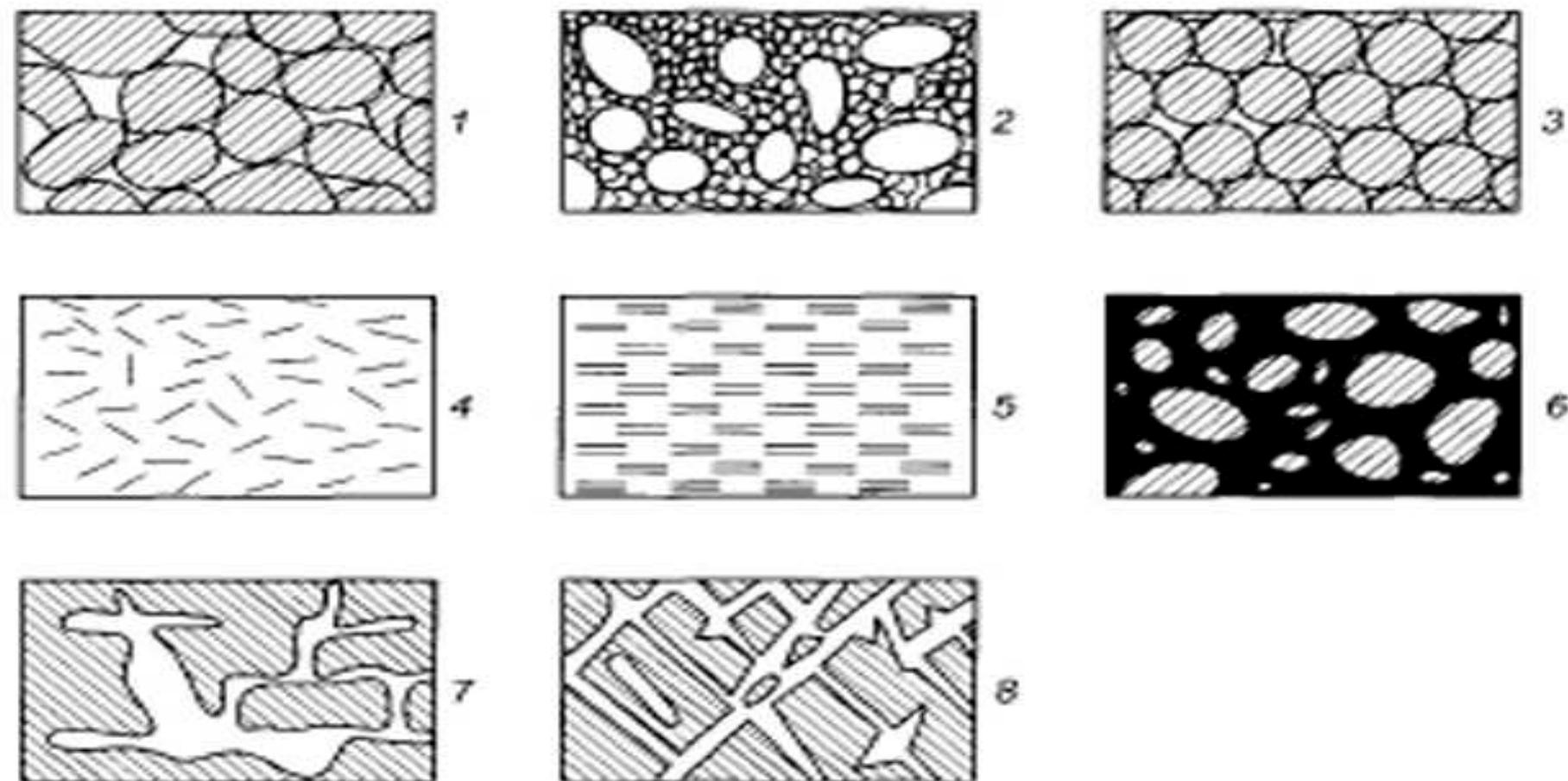


Рис. 3.2. Характер и виды пористости горных пород: 1 — хорошо отсортированные осадки с высокой пористостью; 2 — плохо отсортированные с малой пористостью; 3 — осадки, пористость которых уменьшена в связи с частичной цементацией свободного пространства; 4 — высокопористые осадки, сложенные частицами чешуйчатой или листовидной формы; 5 — то же при уплотнении с резко уменьшенной пористостью; 6 — слабопористые осадки с базальным типом цемента; 7 — порозы с пустотностью, определяемой процессами выщелачивания (кавернозностью); 8 — порозы с пустотностью, связанной с наличием трещиноватости (по О. Мейнеру, 1933, с изменениями)

- **ТИПЫ трещиноватости:**
- **ЭКЗОГЕННАЯ трещиноватость**, формирующаяся в верхней части геологического разреза в результате процессов выветривания и разуплотнения горных пород при уменьшении нагрузки от вышележащих слоев (эрозия);
- **ТЕКТОНИЧЕСКАЯ трещиноватость**, формирующаяся в зонах тектонических нарушений (приразломная);
- **БИОГЕНЕТИЧЕСКАЯ трещиноватость**, образующаяся в процессе литификации (цементация, уплотнение) осадочных горных пород;
- **СИНГЕНЕТИЧЕСКАЯ трещиноватость** (отдельность) формирующаяся при остывании и уменьшении объема магматических горных пород.

- Количественно **трещинная скважность горных пород** характеризуется теми же показателями: общая пустотность, открытая, активная.
- Значения **коэффициента общей пустотности** трещинных сред определяются шириной открытых трещинных каналов (раскрытием трещим).

- **Ширина раскрытия трещин** определяет также соотношением между общей и активной скважностью трещинных сред.
- **Уменьшение скважности трещинных сред** связано главным образом с уплотнением, развитием процессов кольматации и цементации трещин.

- **КАВЕРНОЗНОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД** - наличие в горные породы больших пустот (каверн).
- **Кавернами** называются крупные (диаметром более 5 мм) изометрические пустоты, формирующиеся в минеральном скелете горных пород главным образом в результате выщелачивания легкорастворимых соединений, минеральных включений, зерен (известняки, гипсы и др.).
- К. г. п. может быть первичная и вторичная.
Первичная К. г. п. наблюдается в некоторых излившихся магматических породах (обусловлена особенностями застывания лавы), а также в органогенных известняках.
- **Вторичная К. г. п.** возникает под влиянием растворяющего действия воды и особенно часто наблюдается в известняках, доломитах.

2 Влажность и влагоемкость горных пород

- **Вла́жность** — показатель содержания воды в физических телах или средах.
- **Влагоёмкость** (водоёмкость, водоудерживающая сила, капиллярность почвы) — свойство почвы принимать и задерживать в своих волосных скважинах известное количество капельножидкой воды, не позволяя последней стекать.

$$\omega (W) = \frac{V}{V_{\text{обр}}} 100\%,$$

- где ω — объемное значение влагоемкости (W — влажности) горной породы, доли единицы, или %;
- $V_{\text{в}}$ — объем воды, содержащейся в данном элементе горной породы;
- $V_{\text{обр}}$ — объем элемента горной породы (образца) в абсолютно сухом состоянии, (при отношении массы воды к массе образца получаем весовое значение влажности).

■ Характерные значения влагоемкости и влажности горных пород

Влагоемкость (влажность)	Примечание
Гигроскопическая влагоемкость ω_1 (гигроскопичность, максимальная гигроскопичность)	Максимальное количества прочносвязанной воды, образующейся в горной породе в результате процессов адсорбции молекул парообразной воды поверхностью минеральных частиц при относительной влажности воздуха 90-100%
Максимальная молекулярная влагоемкость $\omega_{н.м.}$	По Л.Ф. Лебедеву, соответствует содержанию в горной породе максимального количества воды, удерживающейся молекулярными силами на поверхности минеральных частиц (устаревшее понятие)
Наименьшая влагоемкость (водоудерживающая ω_n способность горной породы)	Влажность, определяемая максимальным количеством прочносвязанной осмотической, капиллярно-разобщенной, капиллярно-подвешенной воды

Капиллярная влагоемкость ω_k	Количество воды, соответствующее полному заполнению всех капиллярных пустот (влажность капиллярной каймы)
Полная влагоемкость ω_o	Максимально возможное количество воды (все виды воды) при полном заполнении свободного пространства в минеральном скелете горной породы
Максимальная влажность W_o	Влажность горной породы, соответствующая полной влагоемкости
Естественная влажность W_e	Влажность горной породы в естественных условиях (в зависимости от условий залегания может соответствовать любому уровню влагоемкости)
Гравитационная емкость водоотдача μ недостаток насыщения μ'	$\mu = \omega_o - \omega_H$ $\mu' = \omega_o - W_e$

- При полном насыщении горной породы водой (и случае отсутствия защемленного воздуха, газа и др.) объем воды, содержащейся в ней, численно равен объему пустот.

$$\omega_0 = W_0 = n_e$$

- В реальных условиях в зависимости от залегания и изменения естественной влажности **недостаток насыщения** изменяется в широких пределах

$$0 \leq \mu \leq \omega_0 - \omega_1$$

- В связи с этим недостаток насыщения не может рассматриваться как параметр горной породы, а является комплексной характеристикой ее свойств в определенных условиях залегания.

3 Проницаемость

- **Проницаемость** как свойство горных пород характеризуется их способностью пропускать через себя воду, другие жидкости и газы под действием силы тяжести или градиента давления.
- Применительно к движению свободной воды это свойство называется **водопроницаемостью** (фильтрационной способностью) **горной породы** .
- Характеризуется **коэффициентом фильтрации (K)**, имеющим размерность скорости (см/с, м/сут и т.д.), который является коэффициентом пропорциональности в законе Дарси.

- **Величина коэффициента фильтрации зависит от свойств самой горной породы (активная скважность, размеры пустот, их форма и др.) и свойств фильтрующейся жидкости или газа (вязкость и плотность).**
- Проницаемость горных пород, зависящая только от свойств породы и не зависящая от свойств фильтрующейся жидкости или газа, **характеризуется коэффициентом проницаемости**, который связан с коэффициентом фильтрации следующим соотношением:

$$K_{II} = K \frac{\mu}{\gamma} = K \frac{\mu}{\rho g} = K \frac{\gamma}{g},$$

- где μ — динамическая вязкость жидкости;
- γ — вес единицы объема воды;
- g — ускорение свободного падения;
- ρ — плотность жидкости;
- ν — коэффициент кинематической вязкости.
- При условии, что $|K| = \text{м/с}$, $|\nu| = \text{м}^2/\text{с}$ и $|g| = \text{м/с}^2$, $K\nu$ имеет размерность площади, м^2 .
- Устаревшая единица, называемая дарси (D).

- Для пресной воды при температуре 20°C указанные единицы характеризуются соотношением: $1 \text{ м/сут} \approx 1.2D \approx 1.2 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2 \approx 1.2 \text{ мкм}^2$.

■ Классификация горных пород по проницаемости

Группа пород	Проницаемость K_{ϕ} , м/сут	Гравитационная емкость, (водоотдача), μ	Типы горных пород
Очень высокопроницаемые	Более 100	0.2—0.3 0,10—0.15	Гравийно-галечниковые образования, интенсивно закарстованные породы (известняки, гипсы)
Хорошо (высоко) проницаемые	10-100	0.20—0.25 0.03-0.05	Крупнозернистые и грубозернистые пески, интенсивно трещиноватые скальные породы (песчаники, граниты, базальты и др.)
Проницаемые	0,1 -10	0.15-0.20 0.01-0.05	Разнозернистые, тонко- и мелкозернистые глинистые пески, слаботрещиноватые и слабозакарстованные породы.

Слабопроницаемые	10^{-3} -0.1	0.01-0.05 0.01-0.03	Валунные суглинки, глины песчанистые, аргиллиты, слаботрещиноватые скальные породы, незакарстованные известняки
Весьма слабопроницаемые	10^{-3} - 10^{-6}	менее 0,01	Глины, метаморфические и интрузивные породы при глубинах залегания 500-800 м.
Практически непроницаемые	Менее 10^{-6}	менее 0,01	Плотные глины, гипс-ангидритовые толщи при глубинах залегания более 500 м, соляные пласты.