

# Эпигенетические процессы восстановительного глеевого ряда

- 1. **Оглеение** — восстановительные процессы, протекающие без участия сероводорода и приводящие к образованию пород, почв, илов сизой, зеленой, голубоватой и пятнистой (охристо-сизой) окраски.
- 2. Чаще всего оглеение сопровождается интенсивной миграцией железа, но возможны случаи, когда железо не мигрирует, а только переходит из трехвалентной в двухвалентную форму.
- 3. Широко развито в почвах, коре выветривания, аллювиальных отложениях и в зоне катагенеза.
- 4. Обусловлено водами, не содержащими свободного кислорода и не содержащими сероводорода.
- 5. При этом развиваются анаэробные бактерии, извлекающие из окружающих минеральных соединений кислород, в водах появляются продукты их жизнедеятельности:  $\text{CO}_2$ ;  $\text{CH}_4$ ; органические кислоты, железо и марганец переходят в двухвалентную форму и приобретают высокую подвижность.
- 6. В условиях кислой среды слабо мигрирует алюминий в форме комплексных соединений с гумусовыми кислотами.
- 7. Eh среды положительный, достигает 0,2-0,4 в.

# Типы и признаки процесса

- 1. Типы глеевых процессов:
  - а) сернокислое оглеение;
  - б) бескарбонатное (кислое и нейтральное) оглеение;
  - в) карбонатное оглеение;
  - г) хлоридно-сульфатное (соленосное) оглеение;
  - д) гипсовое оглеение;
  - е) содовое оглеение.
- 2. Часть двухвалентного железа вступает во взаимодействие с соединениями алюминия и кремния, в результате образуются вторичные глинистые минералы, имеющие зеленоватый или голубоватый цвет.
- 3. Присутствуют гидроксиды железа и марганца, образующиеся в ходе последующего окисления.
- 4. Для этого процесса характерна коллоидная миграция.
- 5. Оглеенный горизонт обычно обеднен железом, марганцем, фосфором.

# Глеевые воды

- 1. Бескислородные или малоокислородные воды, обуславливающие оглеение горных пород, почв и осадков.
- 2. Характерно повышенное содержание двухвалентного железа, местами марганца, метана, гумусовых веществ, фосфора, меди.
- 3. Типичны для таежных и тропических болот, а также артезианских бассейнов.
- 4. Могут содержать 10-30 мг/л железа.
- 5. По степени минерализации глеевые воды могут быть: ультрапресными, пресными, солоноватыми, рассолами и содовыми.
- 6. В зависимости от величины Eh выделяется три подтипа оглеения:
  - а) в слабо глеевых водах;
  - б) в средне глеевых водах;
  - в) в сильно глеевых водах.
- 4. В слабо глеевых водах кроме железа и марганца, а также цинка и других халькофильных элементов, возможна миграция урана, меди и молибдена, находящихся в высоких степенях окисления ( $U_{6+}$ ,  $Mo_{6+}$ ,  $Cu_{2+}$ ).
- 5. В средне глеевых водах с более низким Eh возможна миграция только железа, марганца, цинка и других халькофилов с постоянной валентностью.
- 6. Уран здесь находится в четырехвалентном состоянии и образует нерастворимые соединения (урановые черни и смолки, коффинит).
- 7. В сильно глеевых водах при еще более низком Eh происходит восстановление и осаждение меди ( $Cu_{2+}$ - $Cu^+$ - $Cu_0$ ), а также молибдена.

# Оглеение в зонах разломов и по трещинам

- **Оглеение в зонах разломов** — весьма характерное явление, так как по ним циркулируют глубинные воды, обычно содержащие железо и бедные  $\text{CO}_2$ . В местах выхода таких вод из них отлагаются соединения железа, создающие ржавые ореолы вокруг источников; красный травертин.
- **Ожелезнение и омарганцевание по трещинам** распространено во всех горных сооружениях, где по трещинам образуются ржавые, бурые, охристые, черные пятна, пленки, примазки. При этом нетрещиноватые породы сохраняют серую окраску. Это не результат современного выветривания, так как оно захватывает все породы, а здесь наблюдается пожелтение песчаников (водопроницаемых пород) и серая окраска глин. Наблюдается процесс оглеения, которое развивалось, когда трещиноватые породы залегали ниже базиса эрозии.
- Ожелезнение и омарганцевание по трещинам доказывает существование в породах древней гидрохимической зоны глеевых вод, располагавшейся в поднимающемся горном сооружении ниже зоны кислородных вод. Древняя гидрохимическая зональность, следовательно, может быть восстановлена по эпигенетическим изменениям в породах.

# Роль оглеения в рудообразовании

- 1. Значительный вынос железа и марганца при бескарбонатном оглеении создает предпосылки для концентрации этих элементов в местах выклинивания подземных вод и в местах смены восстановительной обстановки окислительной.
- 2. Поэтому зону широкого распространения бескарбонатного оглеения в почвах и коре выветривания следует рассматривать как область питания для образования осадочных железных и марганцевых месторождений.
- 3. С этим же процессом связано образование вивианита – фосфатных удобрений.
- 4. Горизонты оглеения представляют собой погребенные ореолы рассеяния, рудные элементы которых концентрировались в гидроксидах марганца и железа.
- 5. Наличие в геологическом разрезе признаков оглеения может быть использовано для палеогидрогеологических реконструкций.
- 6. Эти признаки говорят о том, что воды прошлых геологических эпох были бескислородными, слабо минерализованными, содержали железо и марганец.

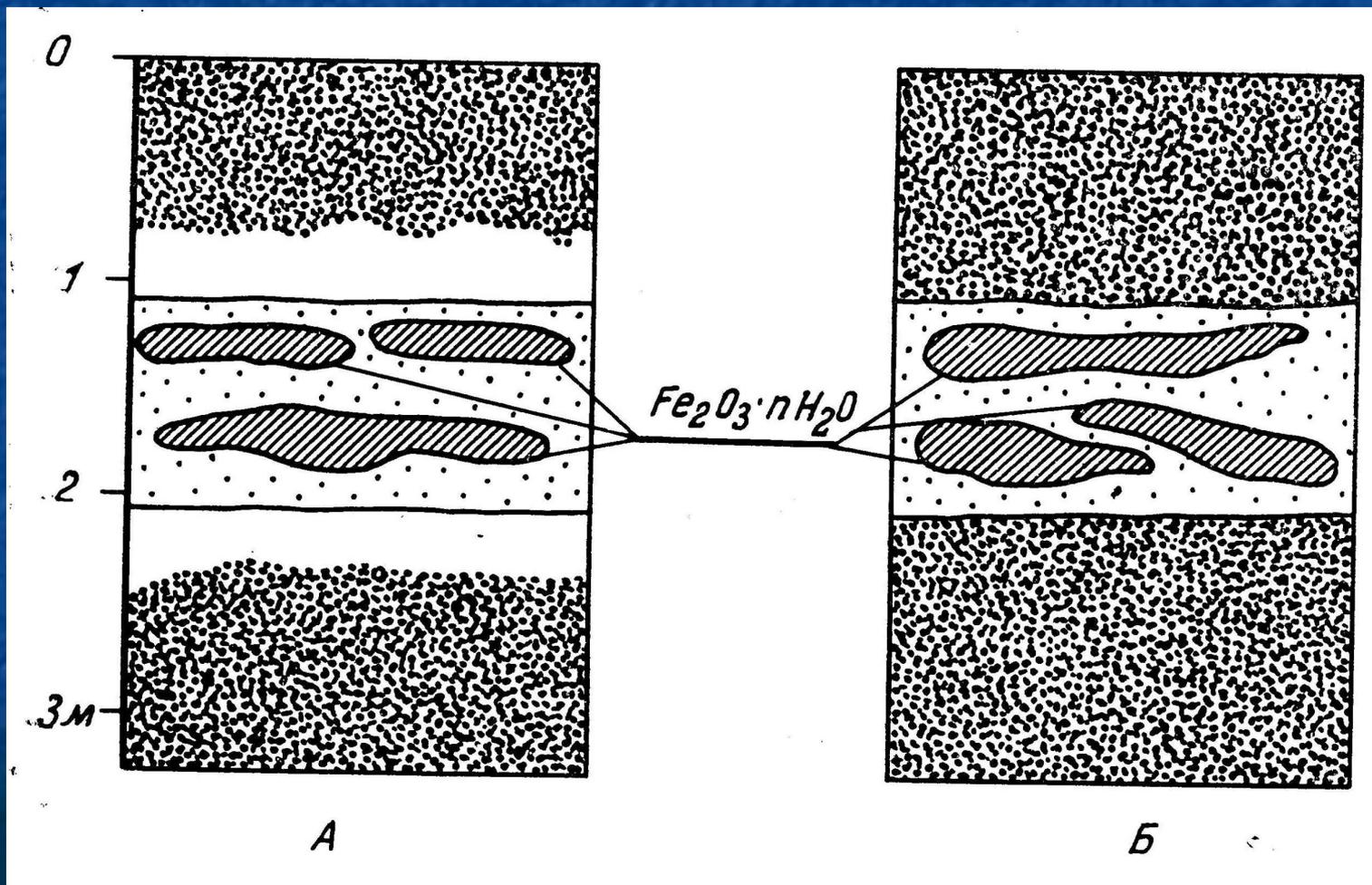
# Признаки оглеения в геологическом разрезе

- 1. Линейно вытянутые горизонты сизых, серых или пестрых пород, в которых сизые участки сменяются охристыми.
- 2. Эпигенетические выделения гидроксидов железа и марганца в виде примазок, дендритов, бобовин, конкреций, местами растительный детрит и гумус.
- 3. Ожелезнение на выходах пород на поверхность может быть обусловлено не только древними процессами оглеения и окисления но и современной разгрузкой подземных вод, содержащих двухвалентное железо.
- 4. В первом случае ожелезненные песчаники и гравелиты контактируют с оглеенными глинами и алевролитами.
- 5. Во втором случае на контакте водоносных и водоупорных пород оглеение не наблюдается; не наблюдается оно и в керне скважин.

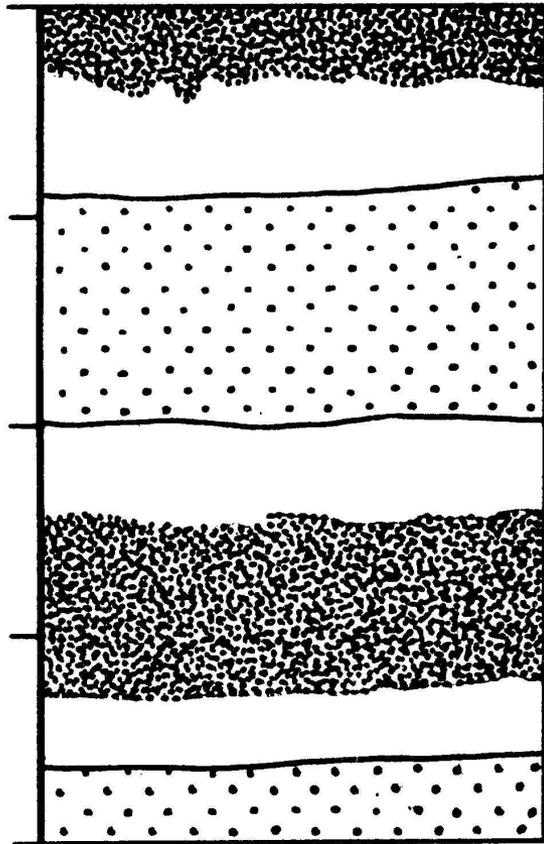
# Диагенетическое оглеение

- Наряду с эпигенетическим существует и диагенетическое оглеение.
- Для него характерно равномерное распределение оглеенных пятен по всей толще породы, которая преимущественно обладает плохой водопроницаемостью.
- Связь с водоносными горизонтами не наблюдается.
- Характерно для пресноводных бассейнов как с жесткими (карбонатное оглеение), так и мягкими (бескарбонатное оглеение) водами.
- С этим процессом связано образование сидеритов в угленосных формациях.
- Наблюдается в таежных озерах (бескарбонатное), а также в илах пресных озер лесостепной и черноземно-степной зон (карбонатное).
- Оглеение развивается и в морских илах, но здесь оно быстро сменяется десульфуризацией, приводящей к образованию пирита.
- Первая стадия диагенеза морских осадков отмечена образованием глауконита. Далее в условиях слабого оглеения сначала возникают лептохлориты, с понижением Eh – сидерит и, наконец, пирит (соленосно-сульфидный процесс), который может замещать все остальные минералы железа.
- В результате диагенетического оглеения пески нередко почти полностью лишаются подвижных форм железа и приобретают снежно-белую окраску. Такое выбеливание песков может быть связано и с эпигенетическим оглеением.

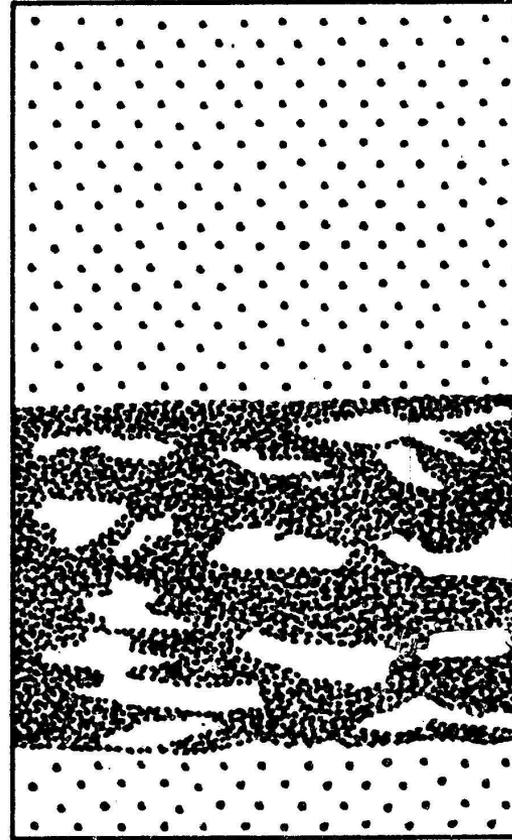
Древнее оглеение-окисление (А)  
Ожелезнение, обусловленное современной разгрузкой  
подземных вод (Б)



Катагенетическое линейное оглеение (А)  
Диагенетическое пятнистое оглеение (Б)



А



Б

# Сернокислое оглеение

- 1. Распространено локально.
- Необходимо наличие сильно кислых вод (серная кислота), не содержащих свободного кислорода.
- 2. Такие условия могут возникнуть в нижней части зоны окисления сульфидных месторождений, при условии отсутствия в водах сероводорода и кислорода; в квасцовых заболоченных засоленных почвах морских побережий.
- 3. Сернокислая глеевая среда малоустойчива.
- 4. Она легко переходит в сернокислую сульфидную или сернокислую окислительную.

# Бескарбонатное оглеение

- 1. Развивается в бескарбонатных почвах, корах выветривания и горных породах, в которых разложение органических веществ обогащает воды  $\text{CO}_2$  и органическими кислотами.
- 2. Реакция вод может понизиться до pH 5-4, однако возможны слабо кислые и даже нейтральные условия.
- 3. Таким образом, бескарбонатное оглеение подразделяется на несколько разновидностей.
- 4. Распространено почти повсеместно в тундре, северной части таежной зоны и в районах многолетней мерзлоты, в зоне смешанных лесов и в болотах влажных тропиков.
- 5. Высокая обводненность почв и коры выветривания (влажный климат, низкое испарение) приводит к медленному и неполному разложению остатков растений.
- 6. Органическое вещество окисляется микроорганизмами до углекислого газа и воды, с образованием промежуточных продуктов в виде органических кислот гумусового ряда.
- 7. Так как кислород, содержащийся в воде, в самом начале расходуется на окисление органического вещества, то в дальнейшем воды не содержат свободного кислорода или содержат его мало, и весь процесс протекает в слабо- или сильно восстановительной среде.
- 8. В связи с этим почвы и кора выветривания имеют сизую окраску.

# Обстановки бескарбонатного оглеения

1. В красноцветных толщах ярко проявляется миграция железа и марганца. Красноцветы превращаются в пестроцветы за счет бескарбонатного оглеения.

2. В черных углеродистых сланцах наблюдается послойное оглеение.

Песчанистые прослои в сланцах (водопроницаемые) ожелезнены, глигистые – выбелены (оглеены).

Местами между двумя проницаемыми горизонтами сохраняются неизменные водоупорные горизонты - черные сланцы.

Энергичное обеление сланцев объясняется их богатством органическими веществами – пищей для микроорганизмов.

3. Глеевая каолинизация. Окисление органических веществ при энергичном оглеении в бескарбонатных породах приводит к значительному накоплению в водах  $\text{CO}_2$  и органических кислот гумусового типа.

В результате pH понижается, происходит интенсивное выветривание полевых шпатов с образованием каолинита. Возникают выбеленные породы состоящие почти из одного каолинита и кварца.

Глеевая каолинизация существенно отличается от каолинизации в кислой среде, так как каолиновая кора содержит некоторое количество гидроксидов железа и имеет красную или пеструю окраску.

Глеевая каолинизация характерна для участков земной коры, бедных карбонатами и обогащенных органическими веществами (битумами, гумусом, торфом, горючими сланцами, нефтью, углями).

4. Значительное изменение претерпевают не только алюмосиликаты, но и другие минералы: по ильмениту и титаномагнетиту, которые, теряя железо, кальций и другие катионы, гидратируются и образуется лейкоксен.

5. При слабо кислых и нейтральных условиях в бескарбонатных породах при оглеении может накапливаться сидерит.

# Миграция химических элементов при бескарбонатном оглеении

- 1. Количество оксида, вынесенного в процессе оглеения и выраженное в процентах от первоначального количества, называется степенью выноса оксида в процессе оглеения.
- 2. Ряд подвижности элементов следующий:  
Ca>Fe>P>Cl>K>Si>Na