

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



*Инженерная школа природных ресурсов
Специальность 21.05.02. Прикладная геология
Отделение геологии*



**КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЛИТОЛОГИЯ»**

**ЛЕКЦИЯ 7
БИОХИМИЧЕСКИЕ И
ОРГАНОГЕННЫЕ ОСАДОЧНЫЕ
ГОРНЫЕ ПОРОДЫ**

*Лектор: к.г.-м.н., доцент
Отделения геологии
Недоливко Н.М.*

Томск – 2022 г.

БИОХИМИЧЕСКИЕ И ОРГАНОГЕННЫЕ ПОРОДЫ

Группа пород, которые формируются биологическим и химическим способом



Карбонатные породы.

Основные типы и породообразующие минералы

К карбонатным относятся породы, сложенные солями угольной кислоты



Известняки
Кальцит – CaCO_3



Доломитовые породы
Доломит – $(\text{Ca}, \text{Mg})(\text{CO}_3)_2$



Сидеритовые породы
Сидерит – FeCO_3



Магнетитовые породы
Магнетит – MgCO_3



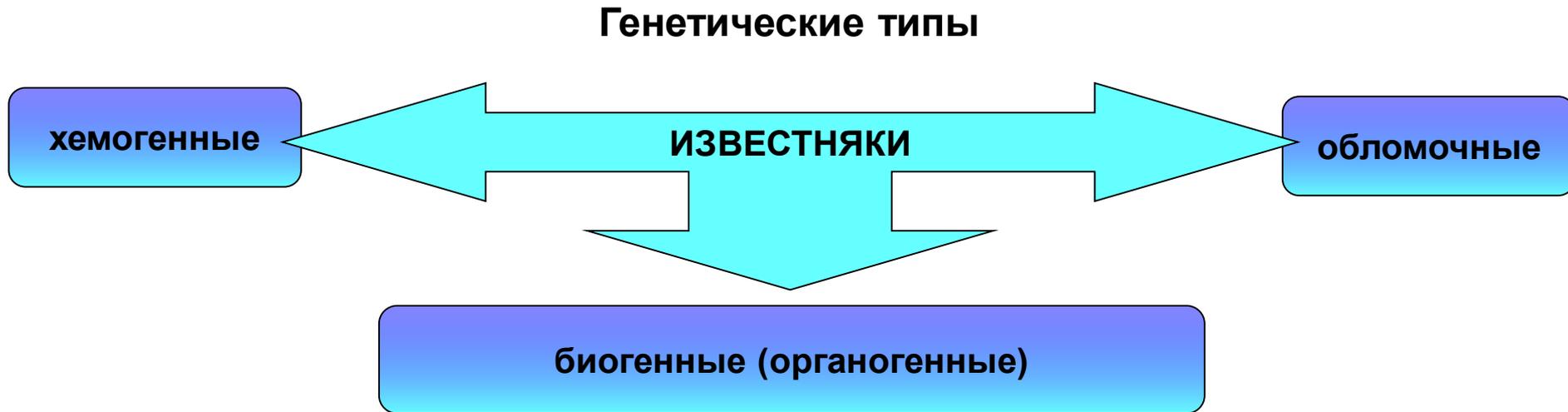
Родохрозитовые породы
Родохрозит – MnCO_3



Породы смешанного состава

Известняки

Известняки – карбонатные породы, более чем на 50% сложенные кальцитом.



Известняки хемогенные, образованные на суше

Травертин (известковый туф) – легкая, пористая порода, образовавшаяся при осаждении карбоната кальция из холодных (или горячих) углекислых источников, а также в пещерах из подземных вод (сталактиты, сталагмиты, сталагматы).
Состоят из кристаллических зерен кальцита размером от менее 0,001 мм до более 1 мм.



Используется:

Строительный облицовочный материал

Свойства:

- **окраска** серая и белая с желтоватым, бурым и сероватым оттенком;
- **текстура** натечная, полосчато-слоистая, однородная;
- **структура** полнокристаллическая, часто с игольчатыми, волокнистыми и шестоватыми кристаллами;
- **пустотность** высокая: характерны пористость и ноздреватость;
- **небольшие** твердость и плотность

Известняки хемогенные, образованные в водоемах



Известняки пелитоморфные – образуются при осаждении карбоната кальция из тончайшего известкового материала, находящегося в виде взвеси в морских условиях. Состоят из зерен кальцита размером менее 0,005 мм. Цвет от белого, желтовато-белого до серого и черного.



Известняки оолитовые (оолитные, пизолитовые, псевдооолитовые) - сложены в основном оолитами – шаровидными или эллипсоидными образованиями из углекислой извести, обладающими концентрически-слоистым, иногда радиально-лучистым строением вокруг центрального ядра (обломки раковин, песчинки и пр.). Образуются в прибрежной полосе моря при осаждении кальцита из взвеси в воде и при диагенезе.



Известняки кристаллически-зернистые – сложены кристаллическими зернами кальцита различных размеров. Образуются за счет перекристаллизации пелитоморфных и других известняков при стадийных (катагенез, метаморфизм) и внестадийных процессах.

Известняки комковатые (пятнистые, сгустковые) – сложены комками (пятнами, сгустками) пелитоморфного кальцита:

- обломочный карбонатный материал механической дезинтеграции слабо литифицированного осадка,
- остатки водорослевого или копрогенного происхождения.

Характерны для мелководных отложений и средних зон шельфа.

Классификация хемогенных известняков

По размеру кристаллических зерен

Структура	Размер зерен, мм
Грубокристаллические	>1
Крупнокристаллические	0,25-1,0
Среднекристаллические	0,05-0,25
Мелкокристаллические	0,01-0,05
Тонкокристаллические	0,001-0,01
Коллоиднозернистые	<0,001

Пелитоморфные (до 0,05 мм)

По степени кристалличности

Структура	Размер зерен, мм
Равномерно-кристаллическая	1-2 соседние градации
Неравномерно-кристаллическая	> 2 градаций

По типу форменных элементов (хемогенные)

Оолитовые

Пизолитовые

Сферолитовые

Ооидные

По типу форменных элементов (биохемогенные)

Пятнистые > 1 мм

Комковатые 0,1 - 1 мм

Сгустковые < 0, 1 мм

Органогенные (биогенные) известняки

Известняки биогенные (органогенные, биодетритовые) - осадочная карбонатная порода, сложенная более чем на 50% карбонатными скелетными остатками и детритом животных или растительных организмов или продуктами их жизнедеятельности.

Классификация известняков по происхождению органических остатков

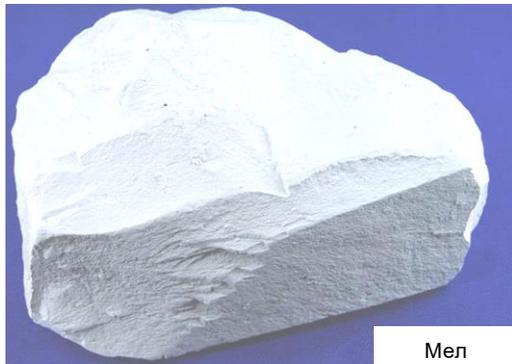


Происхождение органогенные известняков преимущественно морское, реже озерное

Классификация органогенных известняков степени сохранности органических остатков

Органогенные (биогенные) известняки

**Биоморфные
(цельнофрагментарные)**



Известняки биоморфные

**Органогенно-обломочные
(из обломков организмов)**

Детритовые > 0,1 мм

Шламовые < 0,1 мм

Смешанные:

1. Обломочно-биоморфные:

- детритово-биоморфные
- шламово-биоморфные

2. Биоморфно-обломочные:

- биоморфно-детритовые,
- биоморфно-шламовые



Известняки детритовые 9

Классификация органогенных известняков по типу ископаемых органических остатков

Известняк брахиоподовый



Известняк нуммулитовый



Известняк мшанковый



Известняк фузулиновый



Известняк коралловый

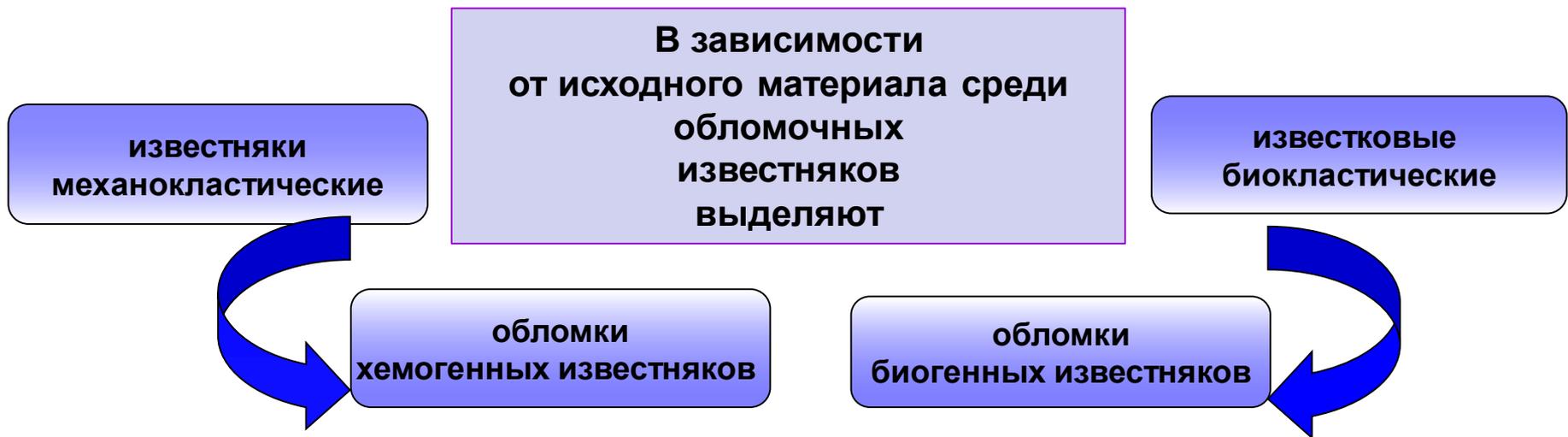


Известняк криноидно-мшанковый



Известняки обломочные (кластические, кластогенные)

Образуются за счет механического разрушения ранее образованных известняков различного происхождения (хемогенного, биогенного, смешанного), переотложения и цементации обломков карбонатным материалом (обычно пелитоморфным или кристаллическим кальцитом), иногда с примесью глинистого, железистого и др. материала.

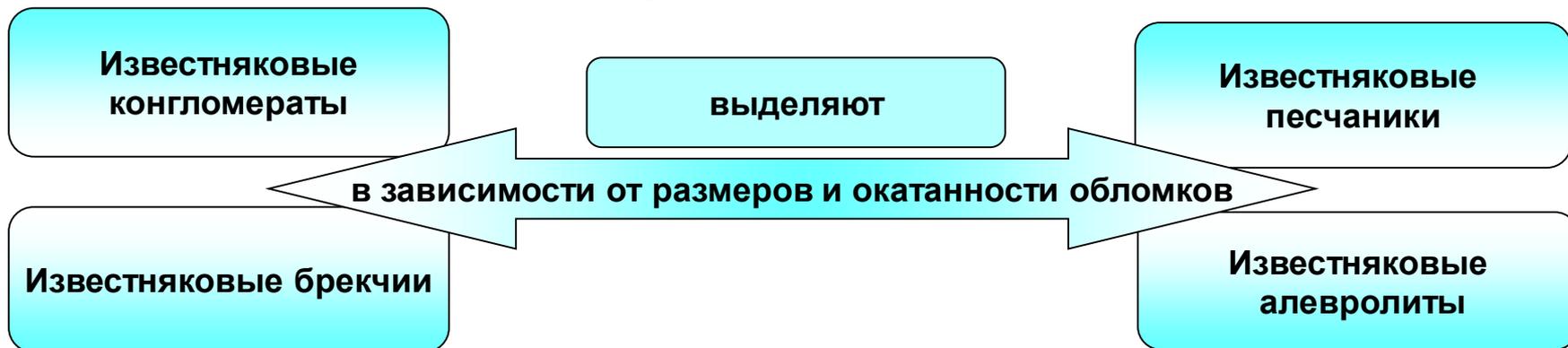


Образуются:

- **в морях** за счет разрушения известковых пород волноприбойной деятельностью,
- **на суше** за счет выветривания известняков, в карстовых пещерах за счет обрушения карста, при тектонических процессах

Классификация обломочных известняков по размерам и степени окатанности обломков

Осуществляется аналогично обломочным породам терригенного происхождения:



Породы	Размер зерен, мм
Галечниковые известняковые конгломераты и щебневые известняковые брекчии	10-100
Гравийные известняковые конгломераты и дресвяные известняковые брекчии	1-10
Песчаники известняковые	0,1-1,0
Алевролиты известняковые	0,01-0,1



Известняковые брекчии

Доломиты

Порода, состоящая преимущественно из доломита – (Ca, Mg) [CO₃]₂.

Основные примеси – кальцит, ангидрит, присутствуют оксиды марганца, железа

Имеет переходы с известняками, с которыми образует породы смешанного состава

Классификация карбонатов смешанного состава, содержащих кальцит и доломит

	Известняки, CaCO ₃			Доломиты, Ca,Mg [CO ₃] ₂		
	чистые	доломитИСТые	доломитОВые	известкОВые	известковИСТые	чистые
CaCO ₃ , %	> 95	95 - 75	75 - 50	50 - 25	25 - 5	< 5
Ca,Mg [CO ₃] ₂ , %	< 95	5 - 25	25 - 50	50 - 75	75 - 95	> 95

Происхождение:

1. Аридный тип литогенеза:

- *Химическое осаднение*: в засоляющихся бассейнах с высоким испарением воды, входит в ассоциацию эвапоритов;
- *Биохимическое осаднение*: накапливается в строматолитах и водорослях

2. Замещение известняков

Окраска: серо-желтоватая, светлая бурая, иногда белая.

Форма залегания: пласты, прослои, линзы, тела неправильной формы

Генетические типы доломитов

1. Первично осадочные (седиментогенные)
2. Вторичные (постседиментогенные: диагенетические, катагенетические, эпигенетические)



Доломиты седиментационные

Первично осадочные доломиты – результат химического осаждения в бассейнах аридной зоны.
Структура равномерно микрозернистая.
Форма залегания – хорошо выдержанные пласты с ясно выраженной слоистостью.

Вторичные доломиты – продукты замещения известкового осадка или породы магниальными солями на разных стадиях образования (доломиты вторичные, доломиты диагенетические, доломиты метасоматические, доломиты замещения и т.д.).

Текстура массивная, неяснослоистая, кавернозная

Структура крупно- и неравномерно-зернистая, с органическими остатками, замещёнными доломитом.



Доломиты замещения по известнякам

Применение доломитов

- Metallургия – сырьё для огнеупоров и флюс;
- Строительство – облицовочный, бутовый камень, щебень, сырьё для производства вяжущих материалов;
- Стекольная промышленность – производство стекла и глазури, белой магнезии;
- Сельское хозяйство – для нейтрализации кислых почв;
- Химическая промышленность – для получения магнезия;
- Теплоизоляционные материалы;
- Производство минеральной ваты

ИЗВЕСТНЯКИ БИТУМИНОЗНЫЕ

Известняки битуминозные - содержащие битумы в рассеянном состоянии или в виде включений.

МЕРГЕЛИ

Мергель — осадочная камнеподобная горная порода смешанного глинисто-карбонатного состава: 50 - 75 % карбонат (кальцит, реже доломит); 25 - 50 % - нерастворимый остаток ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$). Может содержать органические остатки.



Мергель с
брахиоподами



Мергель с
отпечатком рыбы¹⁷

ИЗВЕСТНЯКИ БИТУМИНОЗНЫЕ

Известняки битуминозные - содержащие битумы в рассеянном состоянии или в виде включений.

МЕРГЕЛИ

Мергель — осадочная камнеподобная горная порода смешанного глинисто-карбонатного состава: 50 - 75 % карбонат (кальцит, реже доломит); 25 - 50 % - нерастворимый остаток ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$). Может содержать органические остатки.



Мергель с
брахиоподами



Мергель с
отпечатком рыбы¹⁸



Сидерит

Сидериты – карбонатные породы, состоящие из одного минерала сидерита CaCO_3 . В основном встречаются в виде конкреций в других осадочных породах (в глинах, аргиллитах), реже образуют небольшие линзы и пласты. Всегда окрашены в коричневые и бурые цвета.



Магнезит

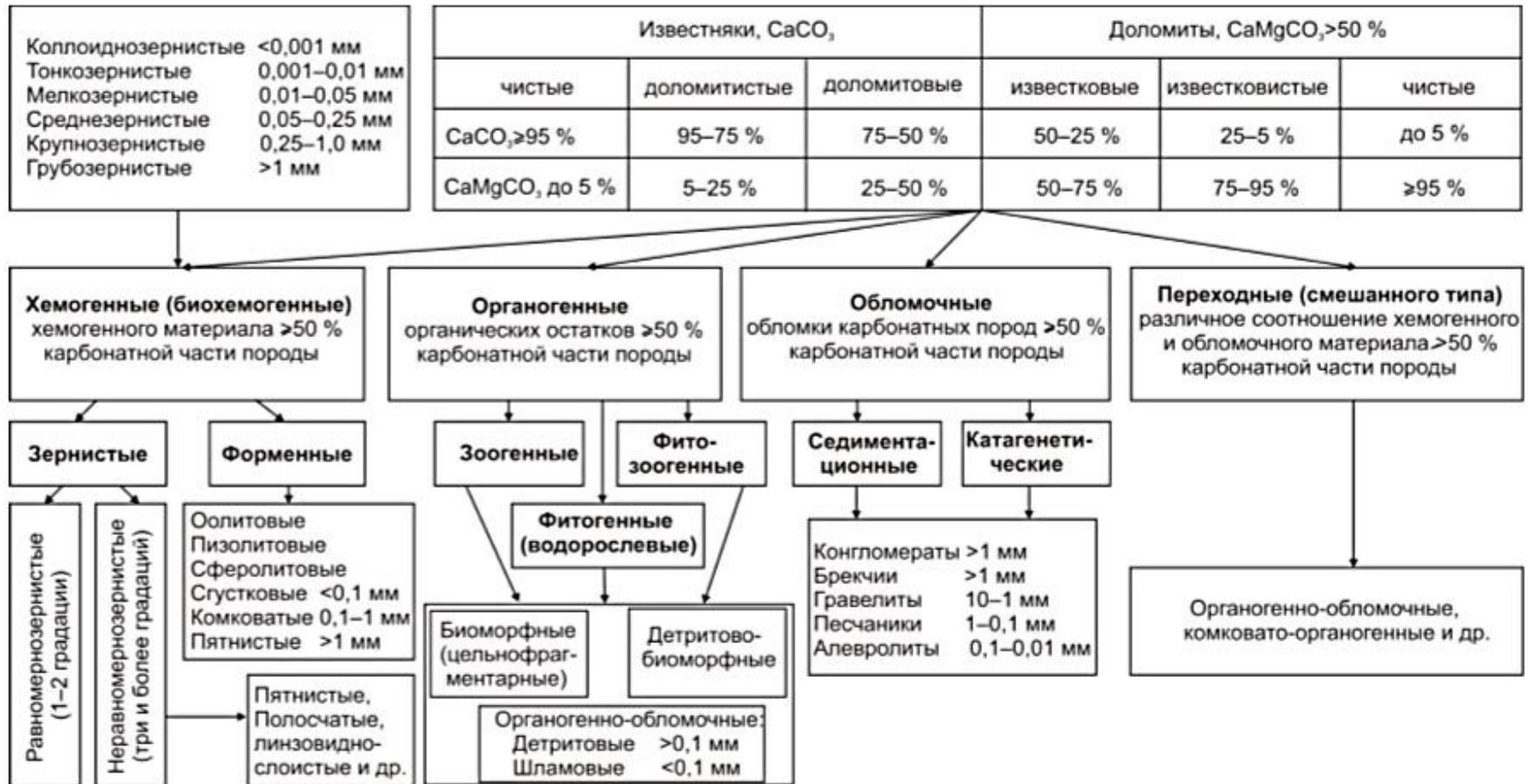
Магнезит — карбонат магния MgCO_3 .
Происхождение:

1. Гидротермальное замещение известняков или доломитов, и при воздействии гидротерм на ультраосновные породы;
2. Инфильтрационное: при хим. выветривании серпентинитов.
3. Осадочное, приурочен к соле_{т9} и гипсоносным осадочным толщам.

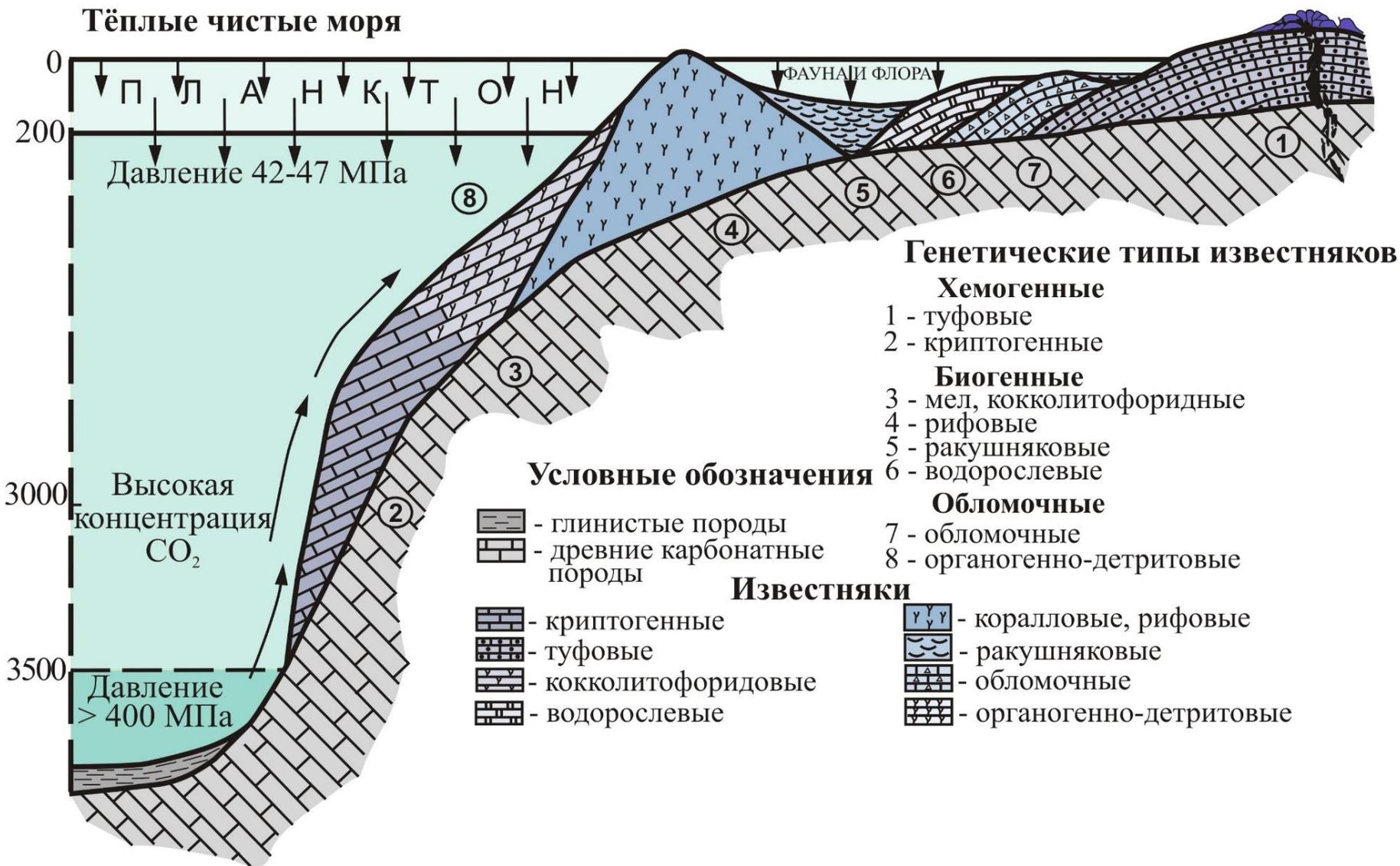
Диагностические признаки карбонатных пород

- **II. Группа карбонатных пород**
- **Известняк** обладает белым с различными оттенками вплоть до черного цветом, слоистой или однородной текстурой, раковистым изломом и плитчатой отдельностью. Нормальная реакция с HCl. Твердость 3,0.
- **Мел** имеет белый, желтовато-белый цвет, однородную текстуру, раковистый излом; плотность малая. Порода пористая, липнет к языку; наблюдается бурная реакция с HCl. Твердость 1,5–2.
- **Мергель** обычно имеет серый с оттенками цвет, однородную или слоистую текстуру, плитчатую отдельность. Бывает порист, липнет к языку. Реагирует с HCl с образованием грязной пены. Запах глины при увлажнении. Твердость 2–3.
- **Доломит** (известняк доломитовый, доломитит). Цвет белый, серый с цветными оттенками до черного. Текстура слоистая или однородная, излом раковистый, отдельность плитчатая. Реакция с HCl в порошке. Твердость 3,5.

Классификация карбонатных пород, ВНИГРИ



Генетические типы и схема формирования известняков



Кремнистые породы

Основные породообразующие минералы группы кремнезема:

- кварц,
- кварцин,
- лютецин,
- халцедон,
- опал.

Примесь:

- обломочный материал,
- глинистые минералы,
- оксиды железа,
- карбонаты.

Хемогенные

Кремнистые туфы
(гейзериты)
Кремни, кремниевые конкреции
Фтаниты или лидиты
Железистые кварциты

Хемобиогенные

Яшмы
Опока
Трепел

Органогенные

Диатомиты
Радиоляриты
Спонголиты



КРЕМНИСТЫЕ ПОРОДЫ



Гейзериты и кремнистые туфы –

светлые пористые породы, состоящие из опала.

Образуются из вод горячих источников (***кремнистые туфы***) и гейзеров (***гейзериты***).

Залегают в виде тел неправильной формы, натеков, корочек

Кремни или кремниевые конкреции –

плотные твердые породы с раковистым изломом.

Цвет чаще всего серый, темно-серый, черный; зависит от количества органического вещества.

Состав: халцедоново-кварцевый и кварцевый, примесь: органическое вещество, пирит, глинистые минералы, терригенный материал.

Образуются в раннем диагенезе (округлые стяжения) и в катагенезе (косые жилы и желваки, пересекающие пласты).

Фтаниты или лидиты –

полосчатые или однородные, часто сланцеватые породы.

Цвет темно-серый до черного; зависит от количества тонко распыленного углистого материала.

Состав: кварцевый с примесью пирита и углистого материала.

Железистые кварциты (джеспилиты) –

полосчатые породы, сложенные чередованием микрозернистого кварца и железистых окисных минералов

Цвет распределен полосчато: белый, красный, серый, синеватый, черный.

Состав: кварц, гематит, магнетит.

Джеспилиты

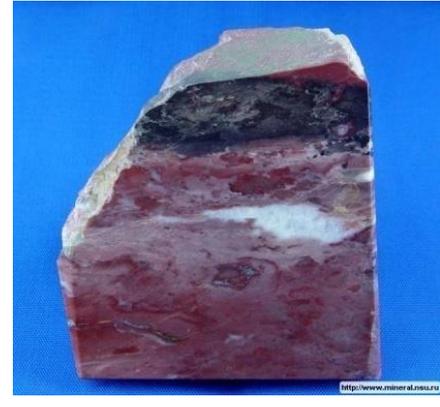
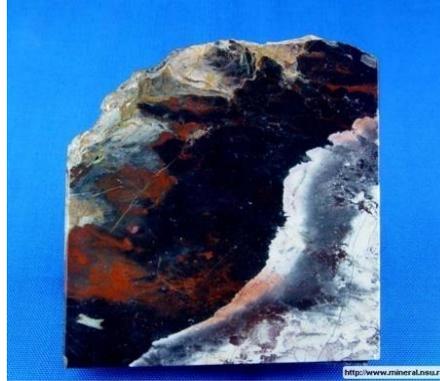


Джеспилит (от англ. jasper - яшма и греч. lithos - камень; по сходству с яшмой), железистый кварцит, образовавшийся в результате метаморфизма железисто-кремнистых химических и вулканогенных осадков. Состоит из чередующихся рудных магнетитогематитовых и нерудных кварцевых прослоев толщиной 0,5-3 мм. В рудных прослоях количество магнетита и гематита 70-90%, в смешанных 20-50%, а в нерудных 5-10%. В зависимости от количества рудных минералов и степени их дисперсности прослои имеют серую, тёмно-серую, синеватую и красную окраску. Содержание железа в Д. колеблется от 20 до 42%. В окисленных Д. содержание железа повышается до 66% за счёт выщелачивания кварца и замещения магнетита и гематита мартитом. Д. развиты главным образом в докембрийских толщах, где они образуют крупные железорудные месторождения, например Кривой Рог и Курская магнитная аномалия (СССР), озеро Верхнее (США), Минас-Жераис (Бразилия), Сингхбхум (Индия) и др.

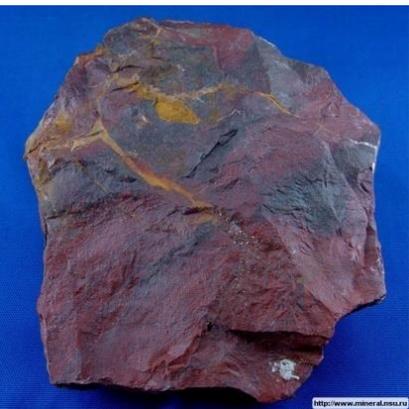
- *Кремни* – породы химического происхождения, состоящие из халцедона, кварца и глинистых частиц.
- Встречаются обычно в виде конкреций (конкреционных кремней), которые широко распространены среди осадочных горных пород, но особенно часто в толщах известняков.

Яшма

Яшма – твердая, крепкая с раковистым изломом, не прозрачная порода, сложенная криптокристаллическим кварцем с примесью халцедона и реликтами раскристаллизованных остатков радиолярий. Происхождение в большинстве случаев вулканогенно-осадочное и хемогенное. Образуется в областях подводного вулканизма. Яшма, содержащая остатки радиолярий относится к биогенным или биохимическим образованиям. Примеси обуславливают различную, часто очень яркую, окраску. Окраска пород разнообразна также и по рисунку: полосчатая, пятнистая, пейзажная и пр. Декоративные разновидности яшм используют как поделочные камни.



Яшма пейзажная. Урал



Яшма красноцветная.

Диатомиты (от позднелат. *Diatomeae* - диатомовые водоросли)



Диатомит.



рыхлые или сцементированные породы органогенного происхождения, состоящие более чем на 50% из панцирей диатомовых водорослей (диатомей) – мельчайших опаловых скорлупок, скрепленных опаловым цементом. Бывают морского, реже пресноводного (озерного) происхождения. Это очень легкие, пористые, белые или светло-желтые породы, пачкающие руки и легко растирающиеся в тонкий порошок. Низкий удельный вес пород обуславливается их высокой микропористостью, достигающей 92%. Внешне часто похожи на мел, но легче его и не реагируют с соляной кислотой. Благодаря высокой растворимости скелетов диатомовых водорослей легко переходит в трепел и опоку.



Трепел – (нем. Tripel, от названия города Tripoli - Триполи в Северной Африке) – рыхлая или слабосцементированная опаловая порода, тонкопористая, легкая.

Сложена преимущественно глобулями (размером 0,01-0,02 мм) опала, реже халцедона, в незначительных количествах содержат скорлупки диатомей, скелеты радиолярий и губок. В качестве примеси содержит глинистое вещество, зерна кварца, глауконита, полевых шпатов.

Цвет от белого и сероватого до бурого, красного и чёрного. Плотность трепела 2000-3000 $кг/м^3$; пористость 60,2-64%; твёрдость 1-3.

Макроскопически неотличимы от диатомитов, в отличие от диатомита содержит мало органических остатков.



Залежи трепела известны среди морских отложений мела, реже – среди палеогеновых и каменноугольных. Происхождение, вероятно, биохимическое.



Опока.



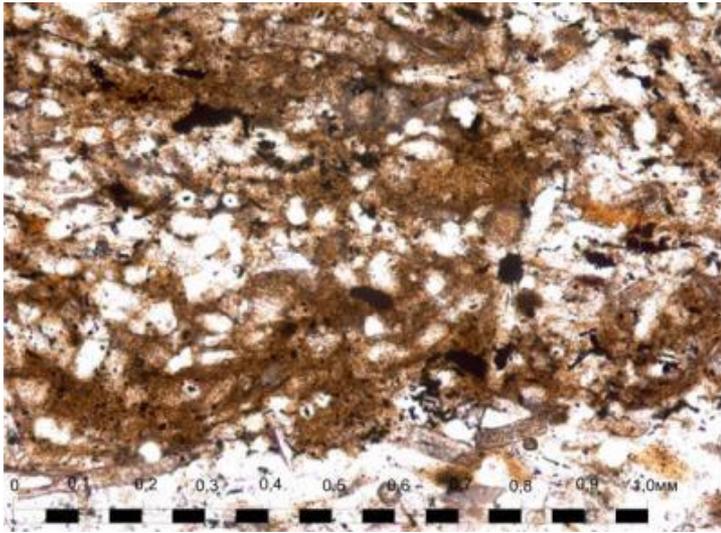
ОПОКИ – прочные, твердые микропористые породы белого, серого до черного цвета, обладающие часто раковистым изломом. Они легкие, но имеют несколько больший удельный вес, чем трепелы.

Состит из мельчайших зерен опала и остатков кремневых скелетов организмов (диатомей, радиолярий, спикул кремневых губок), иногда и минеральных зерен (кварца, полевых шпатов, глауконита), сцементированных кремнистым с примесью глинистого веществом.

От трепелов отличается большой однородностью и раковистым изломом. Опока относится к породам органогенного (Я.В. Самойлов) или к породам хемогенного (У.Х. Твенхофел и др.) происхождения; также считается, что опоки являются продуктом изменения диатомитов и трепелов.

Опоки встречаются главным образом в палеогеновых и частью в верхнемеловых отложениях.

Спонголит. Радиолярит.



Спонголит с коричневым битумом.
Шлиф

СПОНГОЛИТ (СПОНГИОЛИТ) — кремнистая микропористая осадочная порода, состоящая более чем на 50% из спикул кремневых губок (спонгий) и опаловой основной массы, иногда частично перешедшей в халцедон.

Иногда в спонголитах присутствуют остатки раковин радиолярий и фораминифер, зерна кварца, глауконита, гидроокислов Fe и др.

Цвет зеленоватый или светло-серый. По внешнему виду напоминает опоки. Относится к прибрежным морским образованиям. Крайне редко встречается в озерных водоемах.

Радиолярит – состоит из опала, в котором рассеяны многочисленные остатки радиолярий, содержит примесь глинистых частиц и органического вещества, сульфидов железа. Связан постепенными переходами с яшмами, содержащими остатки радиолярий.

Диагностические признаки кремнистых пород

- **Опока** обычно белая, серая, желтовато- или коричневатого-серая. Имеет однородную или слоистую текстуру, раковистый излом и плитчатую, иногда до листоватой отдельность. Плотность очень малая, пористая, липнет к языку. Непластично размокает. Твердость 1,5–2.
- **Яшма** окрашена в серые с разнообразными цветными оттенками тона. Текстура однородная, слоистая, особенно тонкослоистая, пятнистая, брекчиевидная и пр. Излом раковистый, гладкий. Отдельность мелкая остроугольная. Твердость 7,0.
- **Микрокварцит** окрашен в серый с оттенками цвет. Обладает однородной или слоистой текстурой. Излом раковистый, шероховато-зернистый. Отдельность плитчатая, толсто плитчатая. Твердость 7,0.

Фосфатные (фосфоритовые) осадочные породы

К фосфатным относятся породы, содержащие не менее 10 % P_2O_5

Основные минералы – соли фосфорной кислоты

- гидроксилapatит,
- фторапатит,
- карбонатапатит,
- коллофан

Примеси:

- обломочные зерна,
- глинистый материал,
- карбонаты кальция и магния,
- органическое вещество,
- кремнистые (кварц, халцедон, опал),
- глауконит,
- пирит

Окраска: белая, серая, коричневато-серая, зеленовато-серая. Зависит от наличия органического вещества, сульфидов железа, глауконита.

Текстуры

слоистые, конкреционные,

Структуры:

оолитовые, псевдооолитовые, сферолитовые, органогенные, обломочные

Генетические типы фосфатных пород

- *Пластовые фосфориты*
- *Конкреционные фосфориты*
- *Костяные брекчии*
- *Терригенные фосфатные породы*
- *Ракушняковые фосфатные породы*
-
- ***Пластовые фосфориты*** – распространены в геосинклинальных областях, залегают в виде пластов от нескольких см до 15-17 м. Однородные и слоистые. Сложены обломочным материалом с концентрическими оболочками фосфатов вокруг зерен. Цемент – аморфные фосфаты, кальцит, доломит.
- ***Конкреционные фосфориты*** – представлены радиально-лучистыми шаровидными или однородными различной формы (желваковые фосфориты) стяжениями фосфатов.
- ***Костяные брекчии*** – состоят из позвонков рыб и других костей, сцементированных карбонатным, песчано-глинистым или фосфатным цементом. Породы имеют желтовато-бурый цвет, пористые.
- ***Терригенные фосфатные породы*** – представлены песчаниками, в которых обломочный материал сцементирован фосфатным веществом.
- ***Ракушняковые фосфатные породы*** – представлены ракушечниками, состоящими из остатков фосфатных раковин беззамковых брахиопод, сцементированных фосфатным и глинисто-фосфатным материалом.

5.3. ФОСФАТНЫЕ (ФОСФОРИТОВЫЕ)

Фосфориты – осадочные породы, сложенные в основном (более чем на 50 %) аморфными или микрокристаллическими фосфатами кальция (из группы апатита и др.) с примесью глины и песка.

Образование связано как с органической жизнью, так и химической переработкой остатков морских организмов.

Образуются на дне морей и океанов, а также в фосфатных корах выветривания.

Встречаются в виде конкреций, реже слагают самостоятельные пласты.

Породы окрашены в темные тона, но встречаются и светлоокрашенные.



Фосфорит пластовый



Фосфорит желваковый



Имеют характерный чесночный запах, появляющийся при раскалывании или трении породы. Используются для производства фосфорных удобрений.

ФОСФОРИТЫ

