

Литология

КРЕМНИСТЫЕ ПОРОДЫ



Содержание

Общая характеристика, номенклатура и классификация кремнистых пород.

Главные типы кремнистых пород.

Структурные особенности, минералогический петрографический состав кремнистых пород.

Условия образования, распространение и практическое значение кремнистых пород.

Общая характеристика кремнистых пород

Определение

Кремнистыми (или **силицитолитами**) именуется породы, более чем на 50% состоящие из минералов группы оксидов кремния — опала, кристобалита, тридимита, халцедона и развивающегося по ним кристаллически-зернистого кварца. (Япаскурт О.В., 2008)

В.Т. Фролов в 1992 г. предложил называть их **кремневми**.

Кварцевые алевролиты, песчаники, гравелиты и конгломераты данной группе не принадлежат – это обломочные породы
Кварциты – образования метаморфические

Кремневые породы по своей распространённости занимают 4-е место после карбонатных (1,5—2% всего осадочного материала).

Минеральный состав

Опал – преимущественно или только аморфный кремнезем $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ с переменным содержанием воды, с низкой плотностью (около 2,1), растворимый в KOH , с низким показателем преломления (чаще всего от 1,38 до 1,46).

Минеральный состав

Опал обнаружен только в кайнозойских и мезозойских силикатах, а в более древних он замещен халцедоном и кварцем.

Минеральный состав

Кристобалит SiO_2 низкотемпературный - тетрагональный или псевдокубический, с низкими преломлением и двупреломлением, существующий при температурах до $200\text{—}275^\circ\text{C}$, обычно коллоидальный, пластинчатый или волокнистый, метастабильный, растворяется в расплавленной Na_2CO_3 .

Минеральный состав

В седиментогенных и метасоматических опалитах более распространен *неупорядоченный кристобалит*.

Под СЭМ устанавливается, что опалиты слагаются глобулями диаметром 1-5 мкм, представляющими собой *леписферы* – срастания опала с пластиночками кристобалита, которые напоминают гипсовые розы.



Минеральный состав

Тридимит SiO_2 низкотемпературный - ромбический или моноклинный коллоидально-пластинчатый и волокнистый минерал с низкими преломлением и двупреломлением, метастабильный, при 117°C переходящий в высокотемпературную модификацию, а потом и в кварц.

Минеральный состав

Халцедон $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ – группа ультра- или криптоволоконистых по размеру коллоидальных минералов с кристаллической решеткой кварца.

Минеральный состав

Кварц SiO_2 – полнокристаллическая разновидность кремнезема тригональной сингонии с низким положительным рельефом, низким двупреломлением, положительного оптического знака, положительного удлинения, без спайности, с удельным весом 2,65 и твердостью 7.

Главные типы кремнистых пород

По их внешнему облику и минеральным составам делятся на две главные категории.

1. **Опаловые**, реже **халцедоно-опаловые** образования, которые визуально именуются как пелитоморфные.

Они обладают характерным «землистым», шершавым на ощупь, изломом.

Главные типы кремнистых пород

По их внешнему облику и минеральным составам делятся на две главные категории.

2. **Халцедоновые** и **кварцево-халцедоновые** породы.

Они более крепкие и монолитные, на свежем изломе имеют *афанитовую*, или стекловатую, макроструктуру (похожи на поперечный скол разбитого толстого стекла, без признаков зернистости).

Главные типы кремнистых пород

Истинные микроструктуры и компонентные составы кремнистых пород выявляются только под микроскопом.

Классификация (по В.Т. Фролову, 2008, с сокращениями)

Структуры		Минеральный состав						
		опал и кристобалит	халцедон и кварц	кварц				
биоморфные	диатомовая	диатомиты	кремни	нет	кварциты апосилитовые	нет		
	радиоляриевая	радиоляриты		кремни и яшмы радиоляриевые, спикуловые		радиоляриевые		
	спикуловая	спонголиты				спонголитокварциты		
абиморфные	аморфная: а) сплошная б) глобулярная	трепелы, опоки		нет		кварциты апосилитовые	нет	нет
	криптокристаллическая	порцеллани-ты		кремни, фтаниты, яшмы				
	кристаллическая	нет		нет				

Главные типы кремнистых пород

К опаловым разновидностям относятся *трепелы* и *опоки*.

Это светло-серые, очень легкие, некрепкие, неразмокающие породы.

На изломе они похожи на мел, но не «вскипают» в HCl.

Главные типы кремнистых пород

Трепел (нем. Tripel, от названия города Триполи в Северной Африке) тонкопористая опаловая осадочная горная порода, рыхлая или слабосцементированная, очень лёгкая.

Главные типы кремнистых пород

Сложен преимущественно мелкими сферическими опаловыми, иногда халцедоновыми тельцами (глобулями) размером 0,01—0,02 мм.

Главные типы кремнистых пород

Обычно в небольшом количестве содержит глинистое вещество, зёрна глауконита, кварца, полевых шпатов. Цвет от белого и сероватого до бурого, красного и чёрного.

Главные типы кремнистых пород

Трепелы очень пористы (до 90%), их объемный вес близок к 1.

Опоки – более уплотненная разновидность (объемный вес от 1,2 до 1,8 г/см³); по внешнему виду похожи на скол фаянса.

Главные типы кремнистых пород

Состоит в основном из микрозернистого опала (до 97%), обычно с примесью глины, песка, глауконита и др.; присутствуют плохо сохранившиеся остатки диатомей и спикулы губок.

Цвет от светло-серого до тёмно-серого, почти чёрного.



трепел



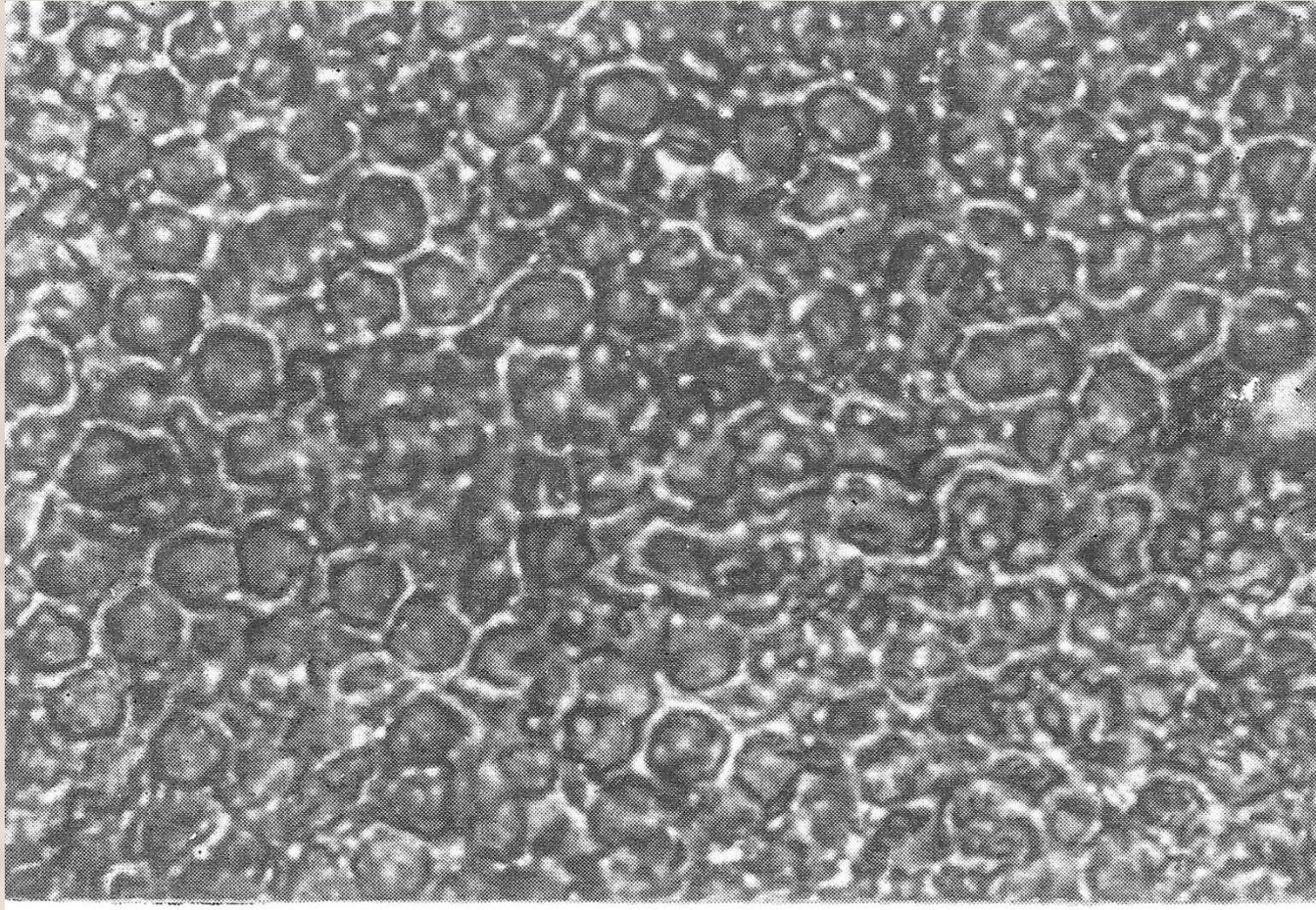
опока



Обнажение опок на р. Сухона



опока



Главные типы кремнистых пород

Опаловые породы с биоморфными структурами представлены *диатомитами*, *радиоляритами* и *спонголитами*.

Главные типы кремнистых пород

Диатомиты сложены тончайшими скелетами диатомовых водорослей.

Внешне диатомиты похожи на трепел, но легче его и не тонут в воде; поры составляют до 97 % объема породы.

Главные типы кремнистых пород

Обычно это рыхлая или слабо сцементированная порода, светло-серого или желтоватого цвета.

На 96% состоит из водного кремнезёма (опала).

В различных количествах встречаются шарики (глобули) опала, а также обломочные и глинистые минералы.



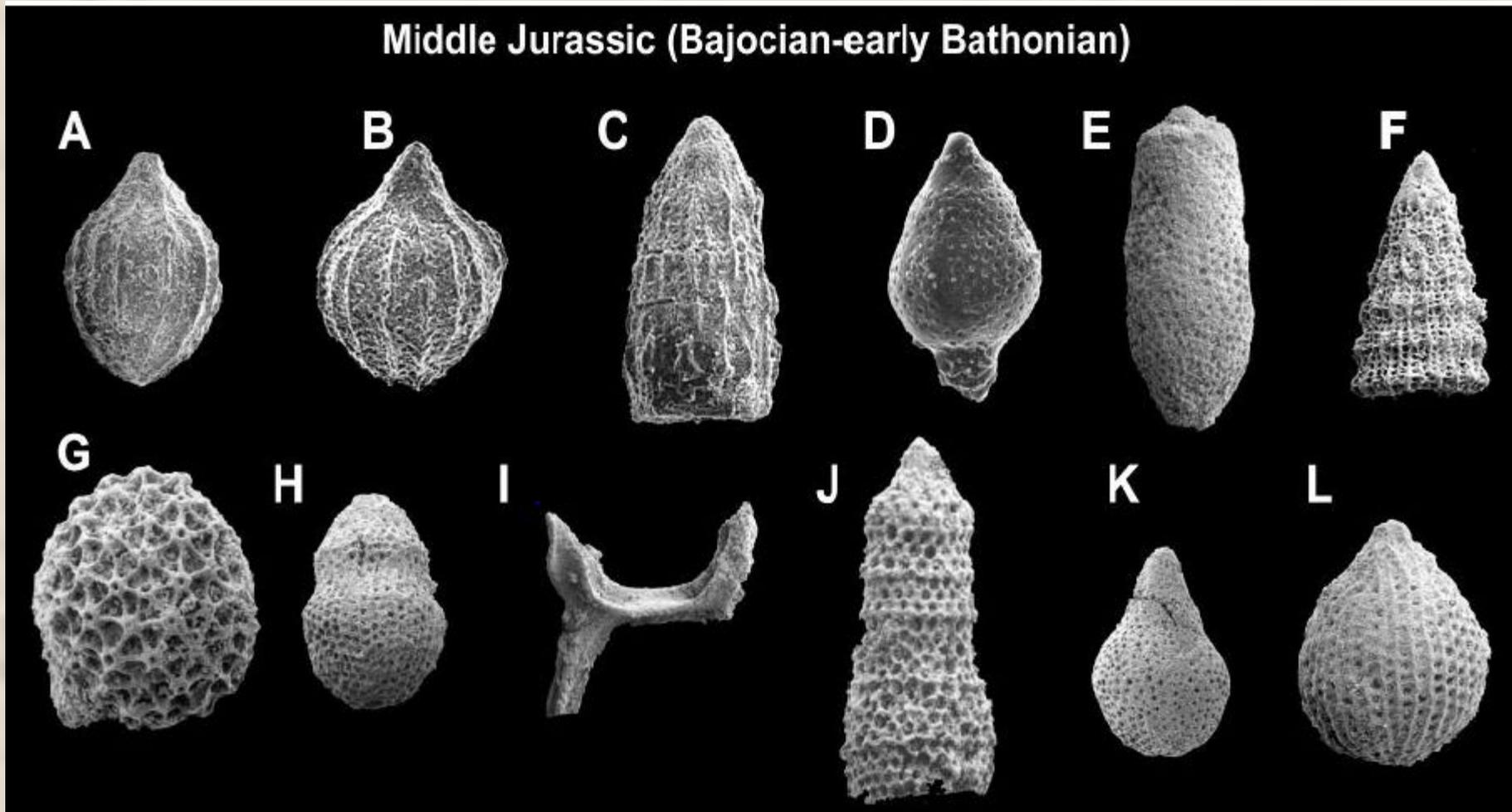
Главные типы кремнистых пород

Радиоляриты сложены мелкими (не крупнее 0,1—0,2 мм) шарообразными скелетиками морских одноклеточных — радиолярий.

Породы серого, желтоватого или красного цвета, содержащие также фосфатный, глинистый и иногда алевролитовый материал, опаловые глобулы, остатки диатомей, кремнёвых губок и др.

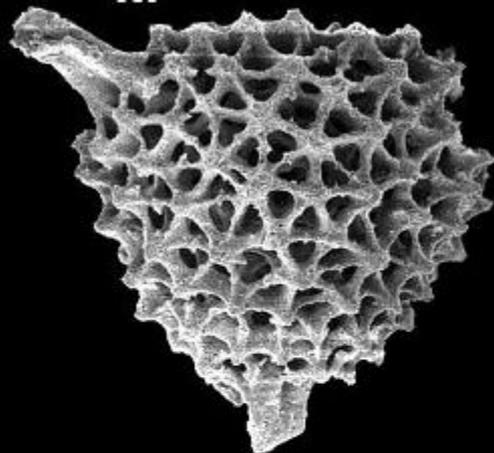
Остатки радиолярий

Middle Jurassic (Bajocian-early Bathonian)

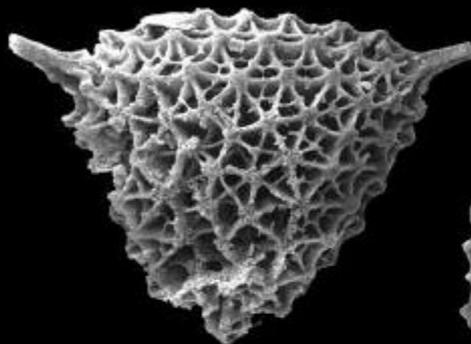


Late Cretaceous (Coniacian-Santonian)

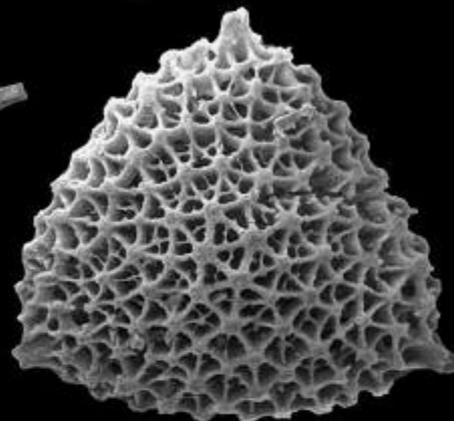
M



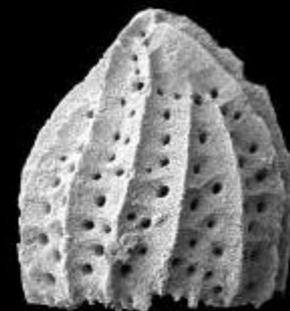
N



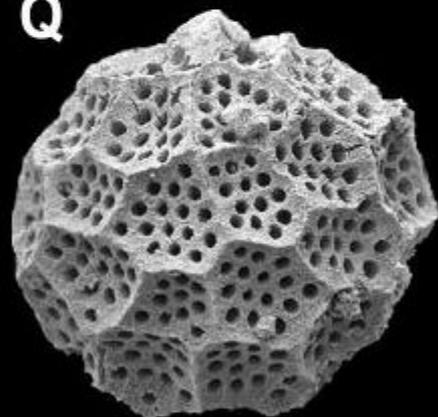
O



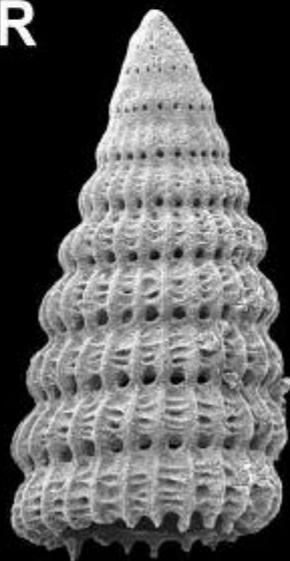
P



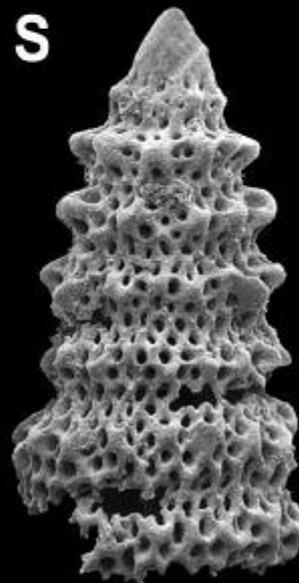
Q



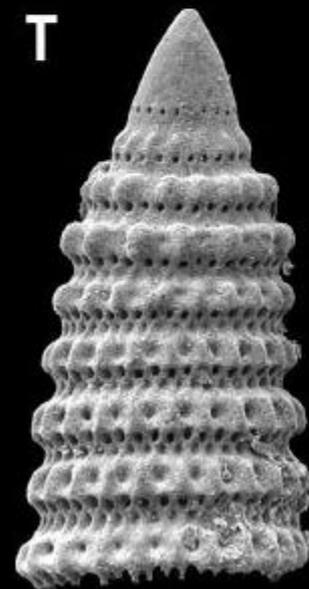
R



S

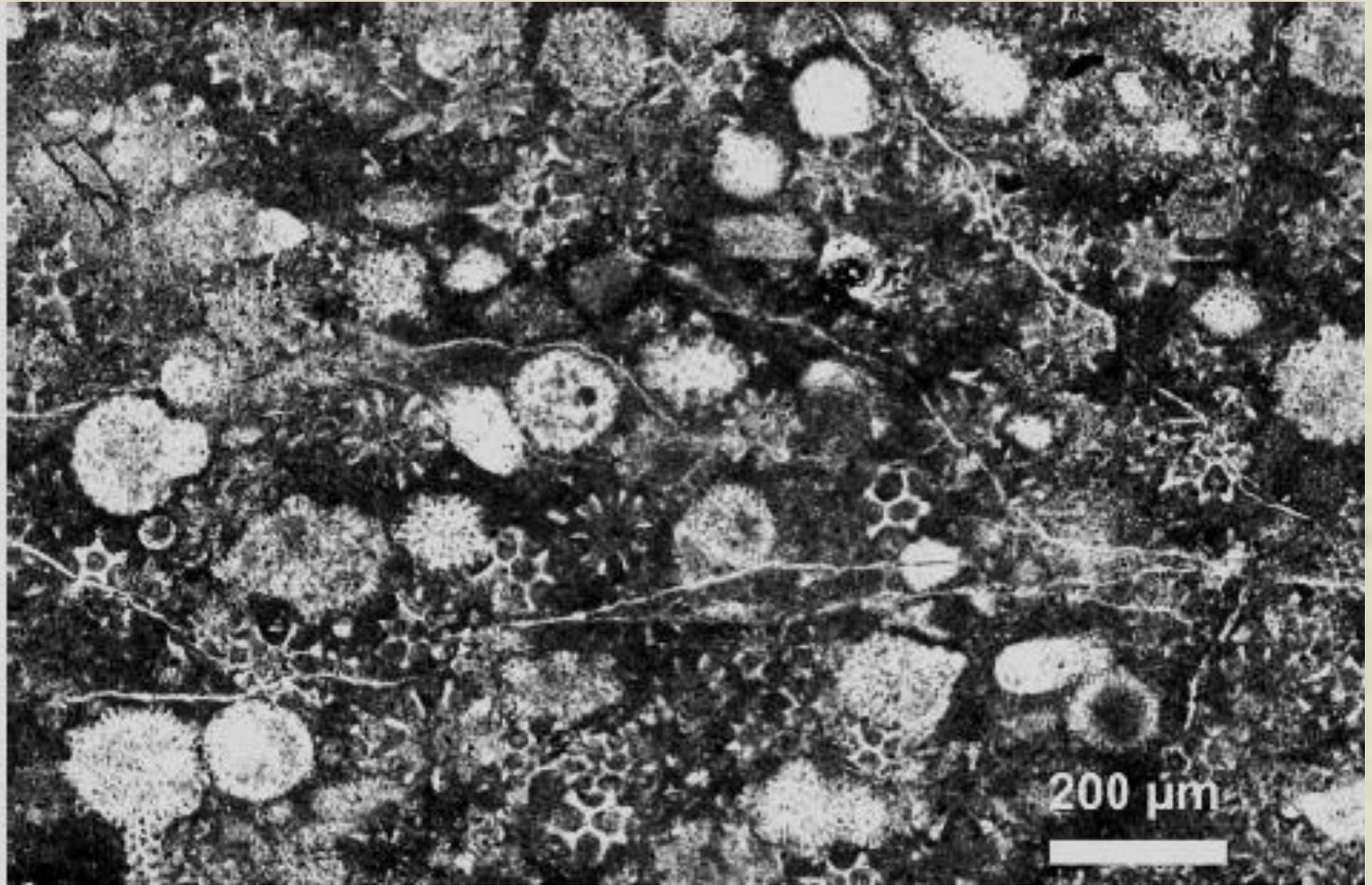


T

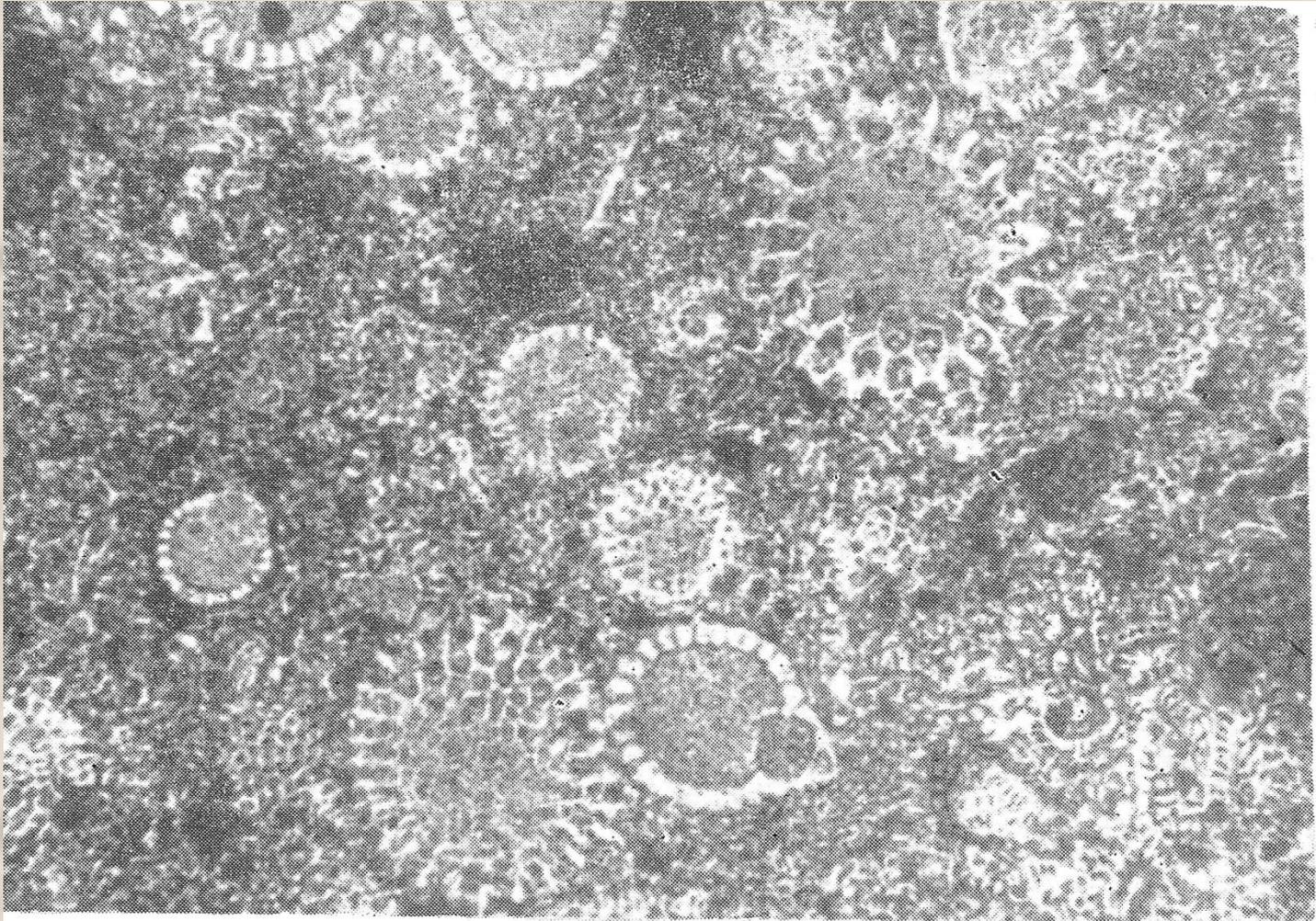


200 μ m





Радиолярит в шлифе



Радиолярит в шлифе

Главные типы кремнистых пород

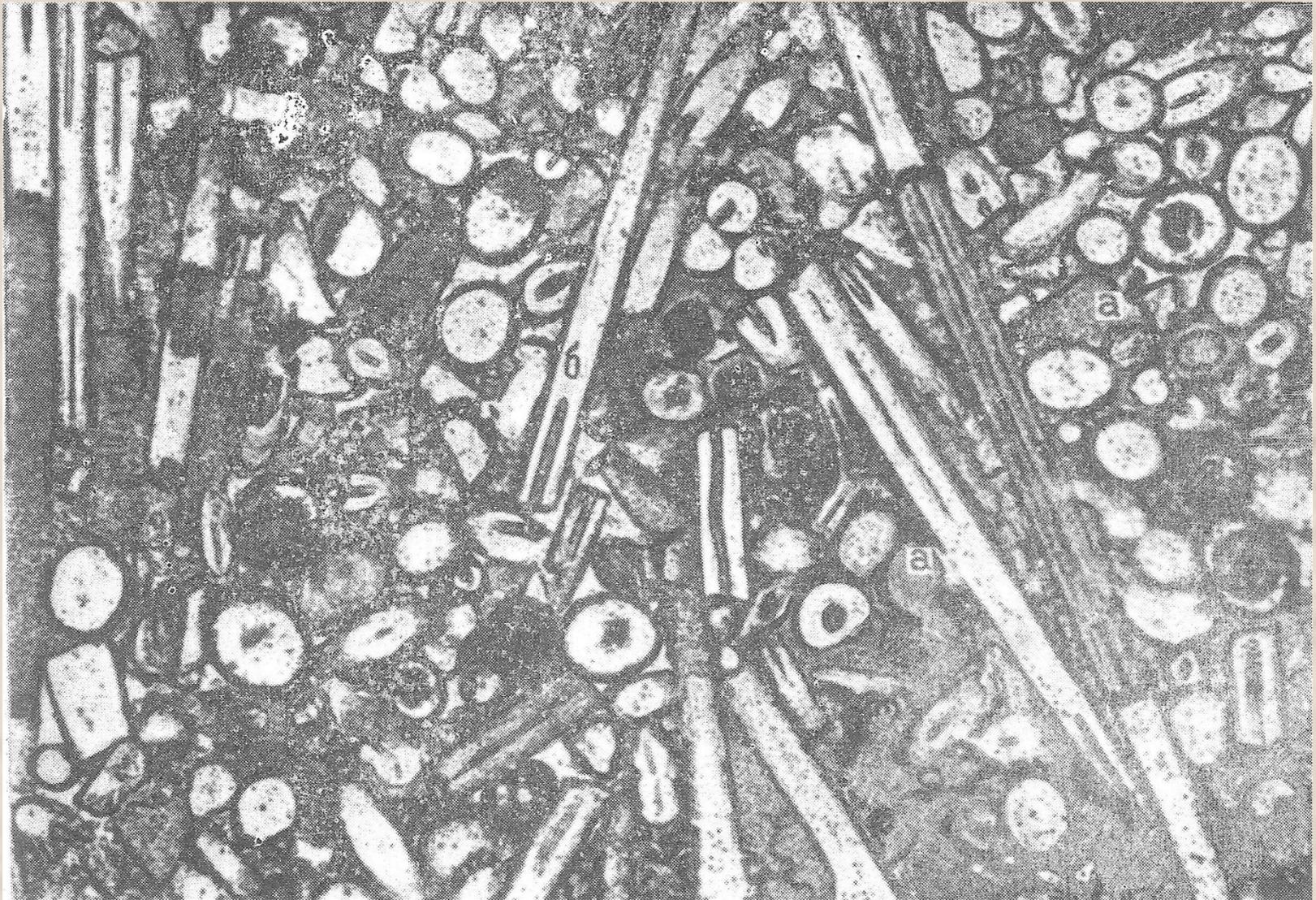
Спонголиты состоят из спикул морских губок (от лат. *spongia* — губка). Внутри канальцев этих спикул опал превращается в микроглобулярный опал СТ.

Он на стадии катагенеза кристаллизуется в микрозернистый агрегат волокнистого халцедона.

Его примесь существенно утяжеляет породу до 1,8 — 2,2 г/см³.

Главные типы кремнистых пород

Цемент породы кремнистый (из опаловых округлых телец - глобулей) или глинистый (слегка известковистый), нередко включает вторичный халцедон.



Спонголит в шлифе

Главные типы кремнистых пород

Кремни – обширный и сложный петротип, объединяющий как седиментогенные, так и конкреционные и метасоматические образования.

Главные типы кремнистых пород

Состав: от чисто халцедоновых до существенно кварцевых

Структура: абиоморфная

и биоморфная:

спикуловые,

радиоляриевые,

криноидные, раковинные, возникающие

при окремнении известняков.

Главные типы кремнистых пород

Макроскопически *структура* афанитовая, криптокристаллическая.

Излом раковистый, края острые, режущие, часто просвечивающие.

Текстура неслоистая, массивная, а также тонкослоистая.

Главные типы кремнистых пород

Цвет серый до черного, бурый и красноватый, нередко зеленоватый, белый и светло-серый.

Крепость – одна из самых больших.

Пористость практически отсутствует, порода сливная.



Главные типы кремнистых пород

Фтаниты (греч. "фтано" – предваряю), или *лидиды* (от древнеримской провинции Лидия в Малой Азии), - черные или темно-серые кремни, обогащенные органическим веществом.

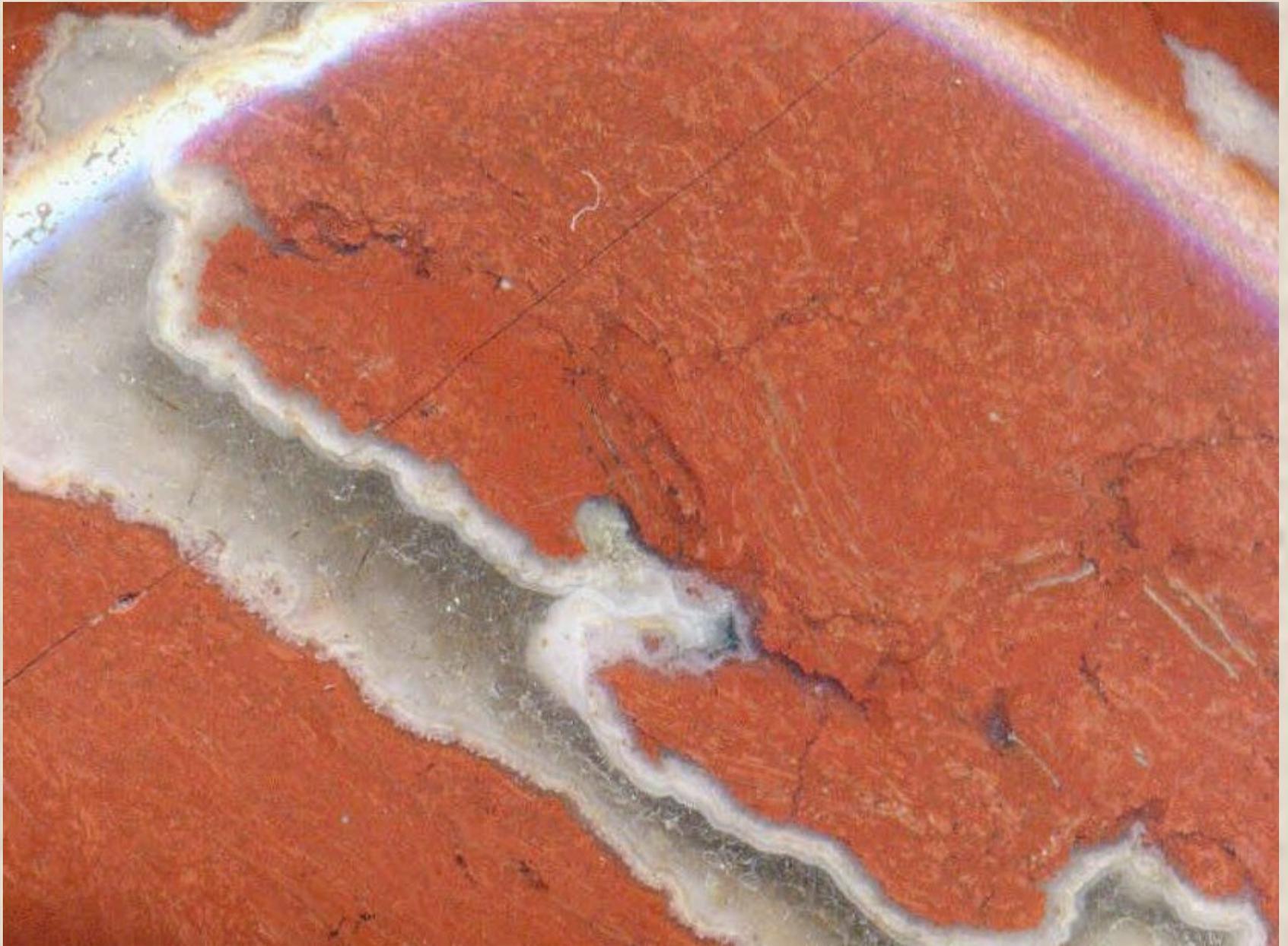
Нередки реликты радиолярий и других организмов.

В древних, особенно докембрийских, фтанитах-лидитах кремневое вещество - кварц, а органическое – графит.

Главные типы кремнистых пород

Яшмы – цветные кремни.

Ю.Г. Волохин (1985) предложил яшмами называть только красные кремни – в них железо находится преимущественно в трехвалентной, окисленной форме – и противопоставить их собственно кремням (и фтанитам) – зеленым, серым и бесцветным, в которых преобладает двухвалентное, восстановленное железо.



Главные типы кремнистых пород

Яшмы афанитовые, под микроскопом микро- и ультрамикрористаллические, гранобластовые, при халцедоновом составе и коллоидально-волокнистые.

Текстура слоистая, полосчатая, пятнистая и неслоистая, массивная.

Главные типы кремнистых пород

Слоистость обычно выражена цветом, структурой и примесями.

Встречаются оползневые складки и текстуры замещения.

Излом раковистый, края острые, режущие.

Пористость отсутствует, крепость высокая.

Главные типы кремнистых пород

Обычны раскристаллизованные панцири радиолярий, реже - спикулы губок, реликты фораминифер и некоторых других известковых скелетных остатков, как правило, плохой сохранности.

Нередки яшмы-радиоляриты.

Главные типы кремнистых пород

Кварциты апосилицитовые сохраняют цвет и все структурно-текстурные и химические свойства первичных силицитов и отличаются от них лишь степенью кристалличности, являясь полнокристаллическими кварцевыми породами.

Геологическое положение и распространение

Различают две геологические формы кремневых тел:

- 1) пластовую (седиментогенную);
- 2) желваковую, или конкреционную, возникающую в диагенезе или катагенезе.

Геологическое положение и распространение

Конкреционные кремни встречаются главным образом в карбонатных породах, реже в кремневых, песчаных и фосфатных и еще более редко в глинистых.

Геологическое положение и распространение

Конкреционные кремни встречаются главным образом в карбонатных породах, реже в кремневых, песчаных и фосфатных и еще более редко в глинистых.

При изометричной форме диаметр конкреций достигает 0,3-0,5 м.

Геологическое положение и распространение

Изредка в кремнях сохраняются отпечатки раковин и других скелетных остатков, а также древесина.

Геологическое положение и распространение

К платформенным относится диатомито-трепельно-опоковая формация позднего мела и палеоцена юга Русской плиты и Западной Сибири мощностью в десятки метров.

Геологическое положение и распространение

Силициты ассоциируются в ней с высокозрелыми кварцевыми песками, глинами, глауконитами, фосфоритами, известняками.

Геологическое положение и распространение

В складчатых областях кремневые формации - яшмовые, собственно кремневые и диатомито-опоковые - более мощные (до 300-400 м, в единичных случаях - до 1000 м).

Силициты в них парагенетически связаны с граувакками, туфами, глинами, эффузивами, реже с карбонатами планктонного или рифового генезиса.

Геологическое положение и распространение

В докембрии неизвестны биоморфные кремни.

Главным литотипом являются **железистые кварциты** (джеспилиты).

Геологическое положение и распространение

Несколько позже появились фтаниты и яшмы.

С начала кембрия встречены радиоляриты, и их "удельный вес" возрастал до позднего мела – палеогена.

Затем диатомеи заняли большинство экологических ниш радиолярий.

Геологическое положение и распространение

Платформенные силициты типа трепелов и опок, вероятно, в основном молодые, мезозойско-кайнозойские образования.

Происхождение силицитов

Генезис большинства силицитов остается неясным или спорным.

Наиболее ясен генезис биоморфных опаловых пород.

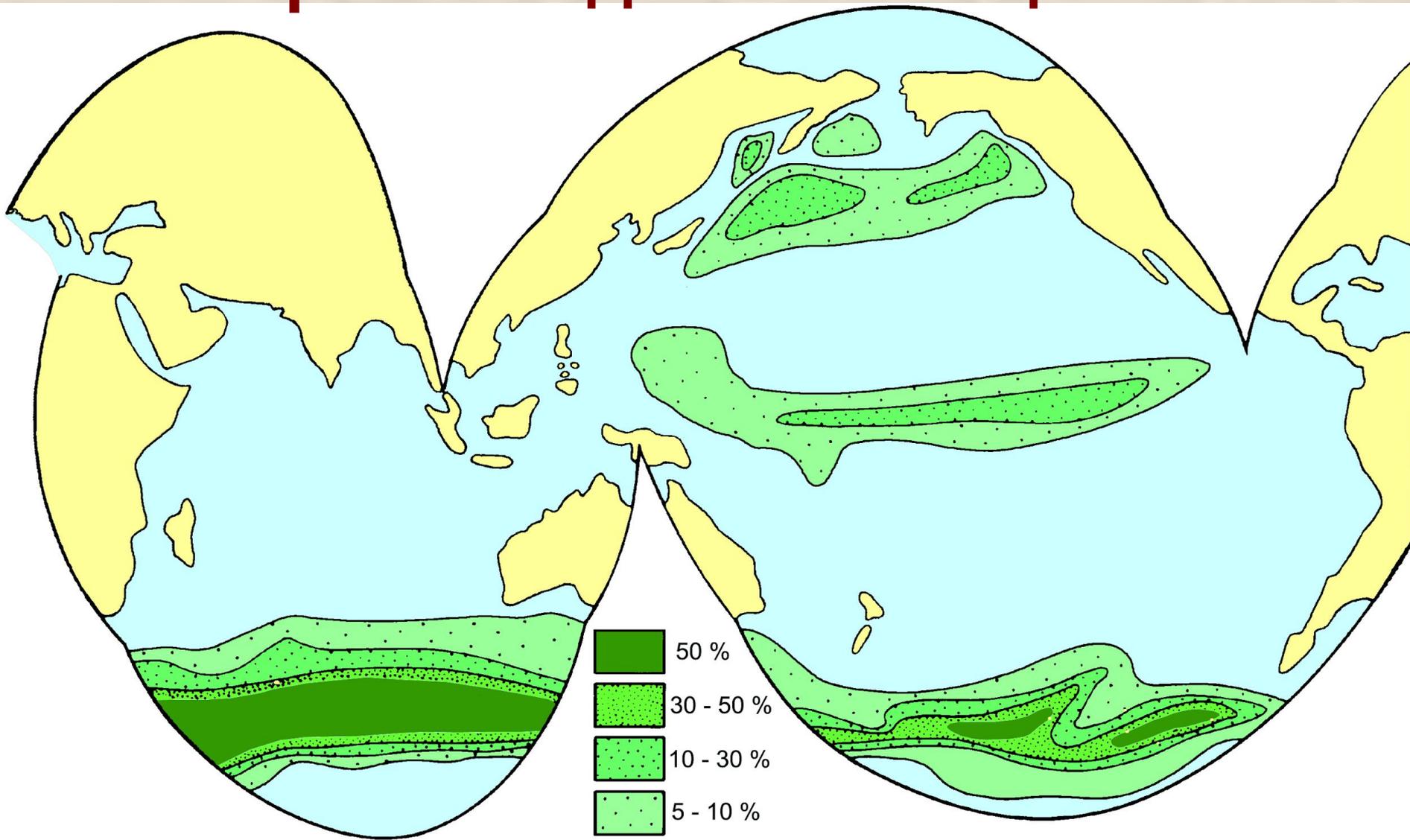
Происхождение силицитов

В современном океане кремневые планктоногенные осадки образуются в трех широтных поясах: двух высокоширотных диатомовых и в экваториальном диатомово-радиоляриевом.

Происхождение силицитов

Наибольший (шириной 900-1200 км) и непрерывный – **циркумантарктический** пояс с максимальным содержанием кремнезема в осадках до 70%.

Происхождение силицитов



Распространение биогенного опаала в донных осадках Тихого и Индийского океанов (по А.П. Лисицыну)

Происхождение силицитов

Полной аналогии современных биокремневых осадков с древними силицитами нет.

Происхождение силицитов

Н.М. Страхов (1963) показал, что главный источник кремнезема для построения биоскелета – его запасы в Мировом океане, оцениваемые в $5,3 \cdot 10^{18}$ г.

Ежегодно биос извлекает из океана $250 \cdot 10^{14}$ г SiO_2 , что во многие десятки раз превышает его поступление из всех источников, включая терригенный снос и поставку гидротермами.

Происхождение силицитов

97% биогенно извлеченного кремнезема вновь растворяется и участвует в круговороте.

3% достигает дна.

1,5% растворяется в верхнем слое осадков и снова возвращается в наддонную воду.

Лишь 1,5% биогенно извлеченного кремнезема ($3,2 \cdot 10^{14}$ г/год) фиксируется в осадке.

Происхождение силицитов

Планктоногенные силициты делятся на пелагические, западинно-шельфовые, лагунные и озерные.

Бентосное кремненакопление связано с кремневыми губками.

Происхождение силицитов

Наиболее трудны для восстановления генезиса абиогенные кремни.

Хемогенное кремненакопление происходит, но неясны его масштабы и роль в образовании трепелов, опок, кремней и яшм, которые не имеют биоморфной структуры.

Происхождение силицитов

Подавляющая масса силицитов не имеет биоморфной структуры, и они называются поэтому *криптогенными*, т.е. породами скрытого генезиса.

Бесспорно хемогенными являются отложения горячих источников — кремневые туфы, гейзериты, многие корки, а также гнезда и линзы яшм в базальтах и других эффузивах, отложения подводных гидротерм.

Происхождение силицитов

Современная гидросфера в 6—300 раз недонасыщена кремнеземом, ибо в морской воде его содержание 0,5—6 мг/л, а в речной – до 13 мг/л.

Следовательно, химическая садка невозможна, по крайней мере из истинных растворов.

Происхождение силицитов

В докембрии, особенно в архее, жизнь не была так развита.

Кремнезем, вероятно, часто насыщал морскую воду и выпадал химическим способом как из истинных, так и из коллоидных растворов.

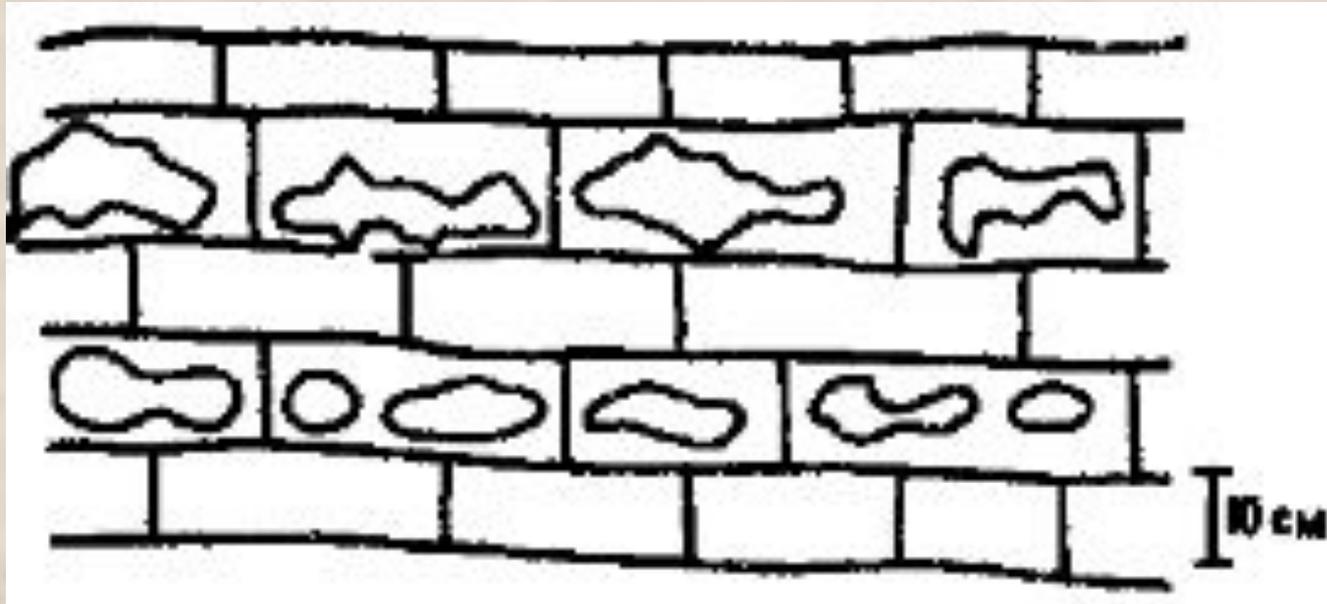
Подтверждением химического способа седиментации служат железистые кварциты и другие хемогенные силициты протерозоя и архея.

Происхождение силицитов

Конкреционные кремни широко распространены в карбонатных породах, обычны в кремневых толщах, например в яшмовых, более редки во всех других.

Конкреции чрезвычайно разнообразны по форме и размерам, неодинаковы и по степени концентрации и стягивания кремнезема.

Происхождение силицитов



**Халцедоновые кремневые конкреции в
писчем мелу (по В.Т. Фролову, 2008)**

Происхождение силицитов

Щелочной характер иловых вод карбонатов приводит к стягиванию и концентрации кремнезема, скелетные остатки и даже кварцевые зерна растворяются, и вещество может диффундировать через пористый осадок к центрам стягивания.

Происхождение силицитов

Метасоматические кремни, образующиеся при замещении карбонатных и других пород кремнеземом, чаще всего халцедоном и кварцем, близки к конкрециям по способу образования, по стадиям (диагенез и катагенез) и отношению к вмещающей породе.

Происхождение силицитов

Элювиальные силициты имеют ограниченное распространение.

Кремневые панцири (силькреты, кремневые кирасы) распространены в полупустынях и пустынях Австралии, Южной Африки, Гоби, Средней Азии и других.

Происхождение силицитов

Они массивны, халцедоновые и кварцевые, редко опаловые, мощностью до 1—2 м.

Образуются в результате подъема к поверхности земли капиллярной воды при дневном нагревании песков или коренных пород с кремнеземом.

Практическое применение

Многие силициты – ценные полезные ископаемые или вмещают таковые.

Практическое применение

Все опаловые породы, особенно диатомиты и трепела, – прекрасные и самые легкие наполнители в бумажной и резиновой промышленности, теплоизоляторы, фильтры, например бактериальные, тончайшие абразивы, полировальный материал и сырье для производства ценного гидравлического бетона.

Практическое применение

Их химическая стойкость делает породы кислотоупорными.

Большая пористость и обычная густая трещиноватость превращают опалолиты в емкие коллекторы нефти и газа.

Практическое применение

Халцедоновые кремни используются для производства шаров камнеистирающих мельниц, лабораторных ступок и других поделок.

Яшмы – прекрасный декоративный материал, давно и широко используется как поделочный и полудрагоценный камень.

Новакулиты – тонкий абразив.

Практическое применение

К силицитам приурочены месторождения железных и марганцевых руд, фосфориты, полиметаллы, а к фтанитам – редкие и драгоценные металлы, например золото, уран.

Выводы

1. ***Кремнистыми*** (кремневыми) именуется породы, более чем на 50% состоящие из опала, кристобалита, тридимита, халцедона и кварца.

Выводы

2. Кремневые породы занимают 4-е место по распространенности.

Выводы

3. Кремневые породы делятся на две главные категории:

1) опаловые и халцедоно-опаловые;

2) халцедоновые и кварцево-халцедоновые.

Выводы

4. К опаловым абиоморфным разновидностям относятся *трепелы* и *опоки*.

Опаловые породы с биоморфными структурами представлены *диатомитами*, *радиоляритами* и *спонголитами*.

Выводы

5. Халцедоновые и кварцево-халцедоновые породы включают кремни, фтаниты (лидиды) и яшмы.

Кварциты апосилицитовые являются полнокристаллическими кварцевыми породами и образуются на стадиях позднего катагенеза и метагенеза.

Выводы

6. Генезис большинства силицитов остается неясным или спорным. Наиболее ясен генезис биоморфных опаловых пород.

Выводы

7. Современная гидросфера недонасыщена кремнеземом, следовательно, его химическая садка невозможна.

Однако для докембрийских силицитов предполагается хемогенное осаждение.

Выводы

8. Многие силициты – ценные полезные ископаемые или вмещают таковые.