

О НОМЕНКЛАТУРЕ И КЛАССИФИКАЦИИ КРЕМНЕЗЕМНЫХ ПОРОД

В. А. САРАЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры петрографии)

Кремний один из самых распространенных в природе элементов. Среди элементов, составляющих земную кору, он занимает второе место после кислорода (26%). На долю минералов кремнезема приходится 14% веса земной коры, а кремнеземные породы играют в ее составе заметную роль.

Одним из недостатков изученности кремнеземных пород является существующая запутанная и неустоявшаяся номенклатура. Это объясняется многими причинами: использование человеком кварца и его разновидностей с древних времен, отсутствием общей схемы классификации кремнеземных пород, гетерогенностью последних, разнообразием парагенезисов и геологических условий образования, разнотипным характером металлоносности.

Существующие классификации касаются или отдельных подгрупп кремнеземных пород, или их некоторых типов, развитых в отдельных регионах. Так, П. Ф. Иванкин с соавторами [3] на Рудном Алтае выделили «...10 типов (формаций) кварцитов, которые могут быть сведены к четырем основным генетическим типам: осадочные кварциты, кварциты-роговики, кварциты выщелачивания и кварциты отложения». В. М. Тимофеев [16] приводит классификацию кварцевых осадочных пород. М. С. Швецов [18], а затем Г. И. Теодорович [14, 15] представили классификацию силицитов. Одной из первых попыток явилась классификация всей серии кремнеземных пород В. А. Сараева [9].

Суммируя данные по петрографии кремнеземных пород, автор данной статьи приводит схему классификации их на уровне генетических и минеральных типов. В ней автор стремится сгруппировать весь комплекс (совокупность) горных пород минералов кремнезема, чтобы можно было представить их место в процессе петрогенеза (табл. 1). Классификация кремнеземных пород произведена на основе эмпирического подхода, распространенного в геологических науках, и разрабатывалась с учетом комплекса характерных признаков и условий формирования этих пород.

Необходимо отметить, что номенклатура как кремнеземных пород, так и разновидностей кварца и его мелкозернистых модификаций насчитывает многие сотни названий, выделенных преимущественно на основании окраски, внешних текстурных элементов строения, агрегатного состояния, условий нахождения и других второстепенных признаков. Лишь немногие из этих названий сохраняются в качестве синонимов. Ниже рассматриваются более четко обособляющиеся кремнеземные породы и некоторые разновидности минералов кремнезема, представления о которых используются в отечественной и зарубежной литературе.

Схема классификации кремнеземных пород ($\text{SiO}_2 > 85\%$)

№	Группа	Под- группа форма- ция	Генетический тип	Минеральный тип (фация) Генетический подтип	
I	Маг- мати- чesk.			Норсфилдит	
II	Пег- мати- товые			Силексит	
III	Гидротермально-метасоматиче- ские	Вторичные кварциты	Галогенный (глиноземный)	1. Кварцевый 2. Корундовый 3. Топазовый 4. Андалузитовый 5. Диаспоровый 6. Зуниитовый 7. Пирофиллитовый 8. Серицитовый	
			Сернокислотный (кремнеземный)	1. Серный 2. Алунитовый 3. Каолинитовый 4. Баритовый 5. Гидрослюдистый 6. Серицитовый	
IV	Гидротермаль- ные	Кварцолиты	1. Кварцолиты в скарных зонах. 2. Кварцолиты в зонах грейзенизации. 3. Кварцолиты в зонах серпентинизации, карбонатизации и т. д. 4. Кварцолиты в контактовых ореолах интрузий. 5. Кварцолиты в тектонических зонах за счет пород различного, но главным образом карбонатного состава.		
			Кварцевые жильные образования	Кварцевые, барит-кварцевые, кальцит-кварцевые и др. жилы, прожилки, линзы, гнезда, штокверки.	
			Образования тонкозернистых разновидностей кварца	Халцедон (агат, бикит, халцедонит, кварцин, лютепит, лутецин, псевдохалцедонит, псевдокварцин ² , оникс, опух, сардер, сердолик, моховый агат, агат, сардоникс, опал и его разновидности, плазма, празем.	
V	Осадочные	Силициты	Химические	Гейзериты (фиорит, жемчужная накипь, кремневые туфы, натечный опал), маршаллит, хризопраз, гяалит.	
			Органогенные	Диатомиты, радиоляриты, спонголиты, черт (шерт, силекс, гориштейн), фтаниты, трепелы, опоки.	
			Криптогенные ³	Яшмы, лидиты, кремнистые сланцы, микрокварциты, джеспилиты, новакулиты, кремни (флинт, силекс, кизельштейн).	
		Обломочные породы	1. Первично-осадочные: Кремнеземные илы, земли, кварцевые алевриты, пески, гравий. 2. Диагенетизированные: Кварцевые аргиллиты, алевролиты, песчаники, гравелиты. 3. Метаморфизованные: Паракварциты.		

Примечание: 1) а. Первично-осадочные — существенно опаловые силициты, б. Диагенетизированные — существенно халцедоновые силициты, в. Метаморфизованные — кварцевые силициты.

2) В скобках отмечены синонимы.

3) Смешанного или неясного происхождения.

А. Магматические и пегматитовые образования

Норсфилдит (Эмерсон, 1915 [5]) — ультракислый гранит, содержащий 88% кварца, 9% мусковита и 3% биотита, актинолита, рудного минерала, апатита, турмалина, циркона.

Силексит (Миллер, 1915 [5]) — горная порода, состоящая почти целиком из чистого кварца, представляет собой конечный член пегматитовых образований и встречается в виде даек или жил, сегрегаций или включений в родственных породах или вне их. Эта порода близко подходит к норсфилдиту.

Б. Гидротермально-метасоматические образования

1. Вторичные кварциты. По Н. И. Наквнику [6], вторичные кварциты — формация рудоносных гидротермально измененных пород вулканических построек, формирующаяся в стадию затухания вулкана и представляющая комплекс закономерно сочетающихся фаций. Она характеризуется постоянным кварцем (отчасти халцедоном, опалом, переходящими в кварц), рутилом, сульфидами (или окислами железа) и не постоянными, но типичными для комплекса высокоглиноземными минералами, сульфатом алюминия и самородной серой, исчезающей при региональном метаморфизме. Состав вторичных кварцитов, или по терминологии В. А. Соколова [10], корнакинов, меняется от почти мономинерального кварцевого (монокварциты [6]) до кварц-серицитового с преобладанием серицита. В составе этой формации наблюдаются почти чистые андалузитовые, алунитовые, диккитовые, топазовые и т. п. горные породы. Вторичные кварциты подобно грейzenам и скарнам представляют специфическую полиминеральную формацию с весьма широким диапазоном изменений в минеральном составе. Характерной чертой этих образований является наличие глиноземсодержащих минералов. Выделяются два генетических типа [9] вторичных кварцитов (глиноземный и кремнеземный), характеризующихся определенным набором минеральных фаций и своеобразием геологической позиции.

2. Кварцолиты. «Кварцолиты» впервые применил Кайе в 1929 г. По Кайе [19] кварцолиты — это кварцевые породы, образовавшиеся путем окремнения известняков.

По А. Н. Алешкову [5], кварцолиты состоят преимущественно из кварца с присутствием полевых шпатов (полевошпатовые кварцолиты), серицита (серицитовые кварцолиты) и примесей: слюды, эпидота и др. Залегают в форме даек, штоков, лакколлитов и других тел, свойственных интрузивным породам.

А. Ф. Коржинский [4] называет кварцолитами существенно кварцевые породы, образующиеся в зонах брекчирования пород и около трещин в результате интенсивного выщелачивания оснований и замещения минералов.

Термин «метасоматические микрокварциты» [11], применяемый некоторыми исследователями, не подходит к этой подгруппе по следующим соображениям: 1) по праву приоритета; 2) термин «микрокварцит» не всегда отражает особенности структур этих пород, — нередко можно наблюдать образования средне- и крупнозернистой структуры; 3) этот термин противопоставляется первично-осадочным микрокварцитам третьей стадии изменения или кварцевым силицитам [18], — введением же термина «кварцолиты» устранится неопределенность в серии кремнеземных пород.

Вышеуказанные авторы термином «кварцолиты» называли некоторые определенные типы горных пород, не отмечая их фаціальную или

формациональную принадлежность. Автор статьи предлагает закрепить название «кварцолиты» за вполне определенной подгруппой горных пород и дает следующее их определение.

Кварцолиты — это гидротермально-метасоматические породы существенно кварцевого состава, формирующиеся в тектонических зонах и зонах околорудного метасоматизма, в приконтактовых частях интрузий за счет пород различного, но главным образом карбонатного состава.

Кварцолиты в основном состоят из кварца (95%); из примесей (состав их зависит от исходных пород) встречаются карбонаты, слюды, гранаты, диопсид, эпидот, графит, гематит, пирит. Акцессорные минералы — апатит, циркон, лейкоксен, магнетит, рутил. По структурно-текстурным особенностям выделяются следующие типы кварцолитов: 1) тонкозернистые, с сохранением структурно-текстурных особенностей замещаемых пород с размером зерен кварца 0,01—0,1 мм; 2) среднезернистые с реликтами структурно-текстурных особенностей замещаемых пород (0,1—1,0 мм); 3) крупнокристаллические, без реликтов исходных пород. Объемный вес кварцолитов — 2,46—2,64. Форма тел их самая разная: от жил, линз до штоко- и пластообразных залежей, линейно вытянутых вдоль дизъюнктивов. Мощность тел от десятков сантиметров до 100 и более метров; длина по простиранию от нескольких сот метров до первых километров.

Необходимость выделения существенно кварцевых пород в особую «гидротермально-метасоматическую» подгруппу «кварцолитов» очевидна. Ф. Н. Шахов [17] в рецензии на работу Н. И. Наковника «Вторичные кварциты СССР» пишет: «...автор в работе неоднократно говорит о кварцитах, которые, будучи созданы деятельностью гидротермальных растворов, не входят в группу «вторичных кварцитов». Сюда, в частности, относятся гидротермально окремненные известняки, часто встречающиеся в полях свинцово-цинковых сульфидных руд и скарновых месторождений. В сводной таблице... никаких кварцитов, кроме «вторичных», автор не выделяет. Можно предполагать, что им не признаются самостоятельные формации кварцитов как высшая форма изменения, развивающиеся в другой обстановке. Но никаких обсуждений этого вопроса в работе нет, что придает исследованию оттенок некоторой односторонности».

В. Гидротермальные образования

В эту группу включаются главным образом жильные породы существенно кварцевого состава, а также образования тонкозернистых разновидностей кварца. Последние в русской геологической литературе носят общее название «камни» (поделочные и драгоценные). Нет необходимости приводить характеристику этих образований, поскольку существует огромная литература о них, например [2, 5, 8].

Г. Осадочные образования

Среди осадочных кремнеземных пород различают две подгруппы. Первая из них сложена преимущественно обломочными зернами кварца, и вторая — кремнеземом аутигенного происхождения. Для первой группы мы находим вполне устоявшуюся номенклатуру [16]. Вторую же подгруппу пород советские геологи называют кремнистыми. Однако для обозначения кремнистых пород не существует одного общепринятого термина, как для обозначения, например, известняков, что вызывает известные неудобства. Автор придерживается предложенного Г. И. Те-

одоровичем [13] термина «силициты». Воспользоваться для этой цели термином Л. В. Пустовалова [7] «силиколиты» было бы неправильно не только потому, что термин «силициты» введен в литературу раньше, но также потому, что термин «силиколиты» был предложен Уадсвортом [5] для обозначения и кремнистых, и кварцевых пород. Некоторые исследователи применяют термин «силициты». Однако, по Грабау [20], впервые предложившему этот термин, силицит — это кварцевая порода независимо от генезиса.

Химические силициты

Гейзериты образуются субаэрально у выходов горячих источников, особенно гейзеров в вулканических областях. Это туфовидные, натечные, сильно пористые или относительно плотные массы опала с гроздевидной или почковидной поверхностью. Кремнезем представлен разновидностью опала, содержание воды в котором колеблется от 9 до 13%.

Маршаллиты — продукты физического и химического выветривания тонкозернистых кварцитов и окварцованных карбонатных пород. Маршаллит представляет собой рыхлое скопление мельчайших и более крупных зернышек кварца — «мучнистый кварц».

Хризопраз — яблочно-зеленая, просвечивающая разновидность халцедона, обычно с волокнистой, а иногда с тонкозернистой структурой. Окраска обусловлена рассеянными частицами гидратированного силиката никеля. Хризопраз довольно хрупок. Обычно встречается в качестве вторичного образования в прожилках и трещинах выполнения в серпентинитах.

Гиалит — бесцветный и прозрачный, как стекло, камень (разновидность опала). Часто встречается в виде корочек с гроздевидной, шаровидной или почковидной поверхностью, а также в виде сталактитов. Иногда слабо окрашен, обычно в голубой, зеленый, зеленовато-желтый или желтоватый тона. Встречаются постепенные переходы в просвечивающие молочные или белые разновидности. Для гиалита обычно характерны более высокий показатель преломления и меньшее содержание воды по сравнению с многими опалами.

Органогенные силициты

Диатомиты состоят из опала, в основном из остатков диатомовых водорослей. Это легкие (объемный вес 0,4—0,85), тонкопористые (70—90%), мягкие (марающие пальцы), белые, светло-серые или светло-желтоватые породы, сильно прилипающие к рту.

Радиоляриты состоят из остатков радиолярий, известных из всех систем. Широко распространен современный глубоководный, океанический кремнистый или глинисто-кремнистый радиоляриевый ил. Описаны темно-серые и черные кристаллические радиоляриты слоистой и тонкослоистой текстуры. Слоистость объясняется чередованием радиолярита с подчиненными прослоями микрокристаллического силицита с перекристаллизованными остатками радиолярий или наличием прослоев глинистого радиолярита. Твердые и плотные силициты, отличающиеся от яшм малым содержанием радиолярий или полным отсутствием различных остатков их, относятся к яшмовидным породам, или яшмоидам.

Спонголиты в основном состоят из спикул губок (опаловых или

перекристаллизованных), цвет их разнообразный: от белого через серые, зеленовато-серые и серовато-зеленые разности до черных.

Фтаниты — твердые черные силициты, состоящие из тонко- и скрытокристаллического кремнезема, сланцеватые или микрослоистые, с значительным содержанием углеродистого вещества, глинистых и железистых (пирит и т. п.) примесей. Органические остатки очень скудны или отсутствуют. К этому же типу автор с определенной долей условности относит черты, трепелы и опоки.

Черт — горная порода, состоящая из халцедона и микрокристаллического кварца с характерным занозистым изломом. Черты встречаются в отложениях различных геологических систем в виде слоистых пластов в карбонатных толщах и содержат примеси различного материала. В свежем состоянии черт имеет голубовато-серый или синеватый цвет, но при продолжительном атмосферном воздействии покрывается тусклой пленкой. Черты часто пересечены сетью трещинок, выполненных перекристаллованным кварцем и окрашенных лимонитом или гематитом. Структура чрезвычайно тонкозернистая, однородная. Органические остатки скудны, в значительной мере предполагаемы (сферические панцири радиолярий, спикулы губок).

Трепелы по внешнему виду сходны с диатомитами, но состоят из мельчайших глобулярных частиц опала. Объемный вес несколько больше, чем у диатомитов. Между трепалами и опоками имеются переходные разновидности, имеющие опокovidный облик. У трепелов и переходных пород от них к опокам объемный вес колеблется от 0,5 до 1,82, у опок — 1,1—1,82. Удельный вес порошка диатомитов — 2,0—2,21, у опок — 2,23—2,32. Погложительные свойства диатомита высокие, а у опок более низкие.

Опоки — лепкие, более или менее твердые, звонкие при ударе, опаловые силициты, состоящие из желатиновидного или неясно микроглобулярного опала, тонкопористые, прилипающие к языку.

Криптогенные силициты

К этому типу силицитов относятся [18] образования неясного или смешанного происхождения.

Яшма — массивная тонкозернистая плотная кварцевая порода с относительно высоким количеством примесей, главным образом окислов железа, содержание которых может достигать 20% и более. Окраска яшм в красных и зеленых (до черных) тонах различной интенсивности. Яшмы бывают пестроцветными. Пигмент — тонкорассеянный гематит, титит, глина, хлорит. Излом обычно ровный и гладкий, постепенно переходящий в раковистый. Структура тонкозернистая. Яшмы бывают очень крупными телами или целыми формациями осадочного или метоморфогенного происхождения и образуют крупноблочные выходы. Прослой яшмы, перемежающиеся со слоями черного или красноватого тонкозернистого гематита, входят в состав *джемспилитов* — метаморфогенных пород, связанных с докембрийскими железистыми формациями.

Итабирит — кварцево-гематитовая порода с тонкой трещиноватостью отдельности или сланцеватостью и характерными относительно крупными кристаллами гематита. Названием «яшмовый оникс» обозначают тонкополосчатые яшмы, в которых перемежаются светлые и темные полосы. Бархатисто-черная яшма, в течение тысячелетий используемая для определения содержания золота в его сплавах при помощи цвета черты, называется *лидитом*, а также *пробирным камнем*, или *базанитом*.

Кремнистые сланцы являются довольно распространенными

породами докембрий-кембрийских толщ. Они имеют чаще всего слоистую текстуру (от тонко- до грубослоистой), выражающуюся в смене окраски (преобладают серые тона) различных прослоев. Характерной чертой служит сланцеватость. Состоят в основном из кварца. Примеси — кальцит, доломит, серицит, хлорит, биотит, углеродистое вещество, пелит, пирит. Размеры зерен — 0,01—0,1 мм.

Микрокварциты — плотные литоидного облика породы, от белых тонов окраски до черных, слоистые, микрозернистые, яшмовидные. Залегают в виде прослоев мощностью от нескольких сантиметров до 2—5—20—40 м в рифей-кембрийских карбонатных отложениях. Эти породы близки к черту.

Новакулит — белая равномернозернистая порода без признаков слоистости, целиком сложенная тонкокристаллическим кварцем. При изучении в оптическом и электронном микроскопе в новакулите выявляются агрегаты беспорядочно ориентированных полиэдрических блоков или зерен кварца с редкими ровными, но несколько искривленными границами, так что в целом такие агрегаты несколько напоминают мыльную пену.

Кремни — это главным образом кремнистые конкрекции, а также причудливой формы скопления. Кремни состоят из очень плотного микрокристаллического кремнезема. В свежем изломе кремневые конкрекции обычно имеют светло-серый или темный цвет, иногда с буроватым, голубоватым оттенком. Формы конкреций приближаются к эллипсоидным или дисковидным с ориентировкой плоскостей уплощения параллельно слоистости вмещающих пород. Размеры конкреций — 1—30 см, иногда диаметром до 1 м и более. Для кремней характерен грубый раковистый излом с гладкими различно ориентированными поверхностями и острыми ребрами между ними, однако наблюдаются все переходы к занозистому или неправильно зубчатому излому, свойственному черту. Минеральный состав и структуры кремний аналогичны черту, микрокварцитам.

Необходимо указать, что в советской геологической литературе широко используется термин «кварциты». Анализ показал что в основном этим термином называют метаморфизованные кварцевые песчаники, а также горные породы плотного сложения существенно кварцевого состава независимо от генезиса. Автор данной статьи принимает последнее определение. Номенклатура и классификация обломочных кварцевых пород вполне ясны и не вызывают дополнительного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. М. Власов, М. М. Василевский. Гидротермально измененные породы Центральной Камчатки, их рудоносность и закономерности пространственного размещения. М., «Недра», 1964.
2. Дж. Д. Дэна, Э. С. Дэна, К. Фрондель. Система минералогии. Т. III. Минералы кремнезема. М., «Мир», 1966.
3. П. Ф. Иванкин, П. В. Иншин, В. С. Кузбный. Генетические типы кварцитов Рудного Алтая. В кн.: «Вопросы геологии и металлогении Рудного Алтая». Тр. Алтай, горнометалл. НИИ, т. XVI. Алма-Ата, 1963.
4. А. Ф. Коржинский. Гидротермально измененные породы редкометалльных месторождений Восточной Сибири. М., «Наука», 1967.
5. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, Э. М. Струве. Петрографический словарь. Госгеолтехиздат, 1963.
6. Н. И. Наковник. Вторичные кварциты СССР. М., «Недра», 1964.
7. Л. В. Пустовалов. Петрография осадочных пород. Госоптехиздат, 1940.
8. Е. В. Рожкова, Ю. К. Горещкий. Происхождение и классификация кремневых опаловых пород. Тр. ВИМС. 1946.
9. В. А. Сараев. О классификации кремнеземных пород. В сб.: «Новые данные по геологии и географии Кузбасса». Новокузнецк, 1969.

10. В. А. Соколов. О термине «вторичный кварцит». В сб.: «Матер. ко II конф. по околорудн. метасом.». Л., 1966.
 11. П. М. Татаринев, С. Ф. Малявин, А. Н. Гейслер. Курс нерудных месторождений. Ч. II. ОНТИ НКТП СССР, 1935.
 12. У. Х. Твенхофел. Учение об образовании осадков. ОНТИ НКТП СССР, 1936.
 13. Г. И. Теодорович. О кремнистых образованиях западного склона Южного Урала. Бюлл. МОИП, XIII (4), 1935.
 14. Г. И. Теодорович. О структурной классификации карбонатных и кремнистых осадочных пород. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 23, вып. 4, 1948.
 15. Г. И. Теодорович. Учение об осадочных породах. Л., Гостоптехиздат, 1958.
 16. В. М. Тимофеев. К вопросу о классификации кварцевых осадочных пород. Изд-во ВГРО, т. II, вып. 78, 1932.
 17. Ф. Н. Шахов. О книге Н. И. Наковника «Вторичные кварциты СССР». М., «Недра», 1964. «Геология и геофизика», 1965, № 6.
 18. М. С. Швецов. Петрография осадочных пород. Госгеолтехиздат, 1948.
 19. Saucy, L. Lex roches sedimentaires de France. Roches siliceuses Paris, 1929.
 20. Grabau, A. W. Principles of salt deposition. 1920.
 21. Grabau, A. W. Principles of stratigraphy. 3 ed. New York, 1932.
-