

М. Е. ЯКОВЛЕВА

**МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА
НЕКОТОРЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ЯШМ,
СВЯЗАННЫХ С ОСНОВНЫМИ ЭФФУЗИВАМИ**

В ранее опубликованных статьях автором (1970, 1972, 1973, 1974, 1975) дана химико-минералогическая характеристика яшм ряда месторождений Урала и Алтая. На Урале яшмы широко распространены и являются составной частью эффузивно-яшмовой формации палеозоя, тогда как на Алтае это различные по происхождению горные породы. В данной статье рассматриваются яшмы, связанные, как и на Урале, с эффузивным процессом, но более молодого возраста и пользующиеся очень ограниченным распространением. Представителями этой группы являются яшмы Крыма и Чехословакии.

Яшмы Крыма (халцедонолиты) открыты и описаны В. А. Супрычевым (1973). Согласно его данным яшмы на хребте Карадаг встречаются в спилитах средней юры, в которых образуют жилы, прослеживающиеся на несколько десятков метров, при мощности до 60—80 см. Яшмы преимущественно желтого и красного цвета, реже зеленого, сиреневого, оранжевого, черного, голубовато-зеленого и др. В зависимости от распределения окраски и возникающего при этом рисунка, В. А. Супрычев выделяет одноцветные, пестроцветные, агатовые и пейзажные яшмы.

Ниже приведены результаты исследования наиболее распространенной яшмы желтого цвета, и в меньшей степени охарактеризована сиреневато-красная разновидность.

Яшма желтого цвета (обр. 63993 Минер. музея; шлифы 37 и 42 коллекции Супрычева¹) обладает афанитовым сложением и неоднородным распределением красящего вещества. Под микроскопом она сложена *халцедоном* с подчиненным развитием *кварцина*, *кварца* и *гётита*; редко встречаются *гематит* и *гидрогематит* (?). Халцедон образует сферолиты до 2 мм в диаметре, а также тонкозернистые агрегаты и лучистые выделения. Сферолиты в одних разновидностях лишены резких очертаний, имеют микротонколучистую внешнюю зону и микрокриптокристаллическую сердцевину (рис. 1 и 2). В других — сферолиты подобны цветкам ромашки: микротонколучистая сердцевина халцедона обрастает «лепестками», обладающими прямым погасанием и положительным удлинением. «Лепестки» первоначально были приняты за кварцин, однако высокое светопреломление: $N_g = 1,550$ и $N_p = 1,542$ (одноосный с расщеплячатым крестом, положительный) позволяет считать их параморфозами кварца по кварцину (рис. 3).

¹ Автор выражает благодарность В. А. Супрычеву за предоставленные для исследования образцы и шлифы.

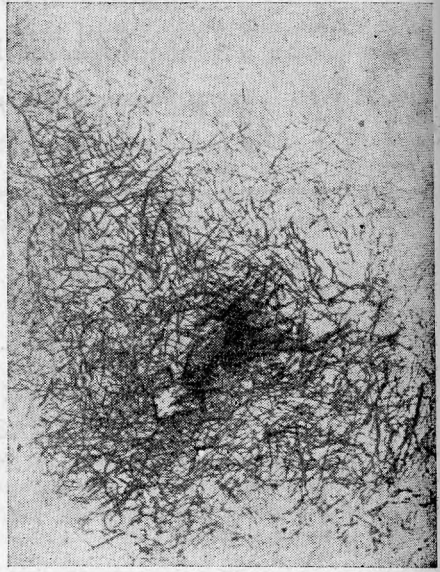
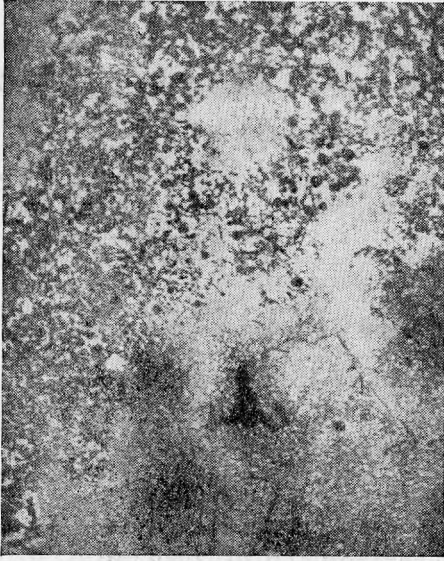


Рис. 1. Яшма желтая (обр. № 63993). Увел. 30, без анализатора

Рис. 2. Формы выделения гётита (яшма желтая). Увел. 90, без анализатора

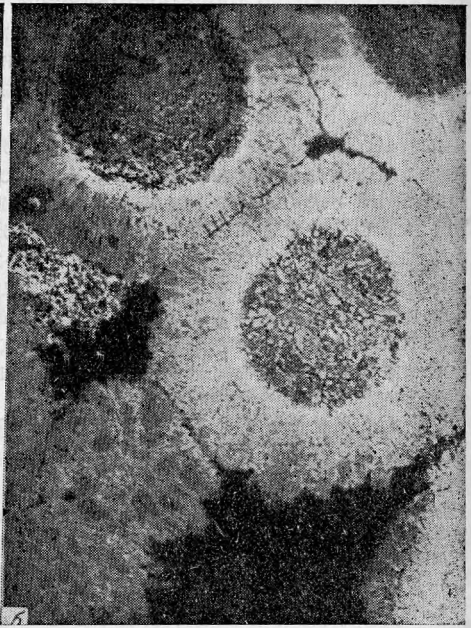


Рис. 3. Яшма желтая парчевая (шлиф № 37); сферолиты из халцедона (ядро) и кварца (периферия). Увел. 30

a — с анализатором, *b* — без анализатора

Сферолиты обычно соприкасаются друг с другом, но в случаях, когда между ними имеются промежутки, они бывают заполнены более мелкими тонколучистыми образованиями халцедона и кварца или мелкозернистым агрегатом халцедона и кварца. Встречаются также яшмы, у которых округлые образования халцедона имеют резкие очер-

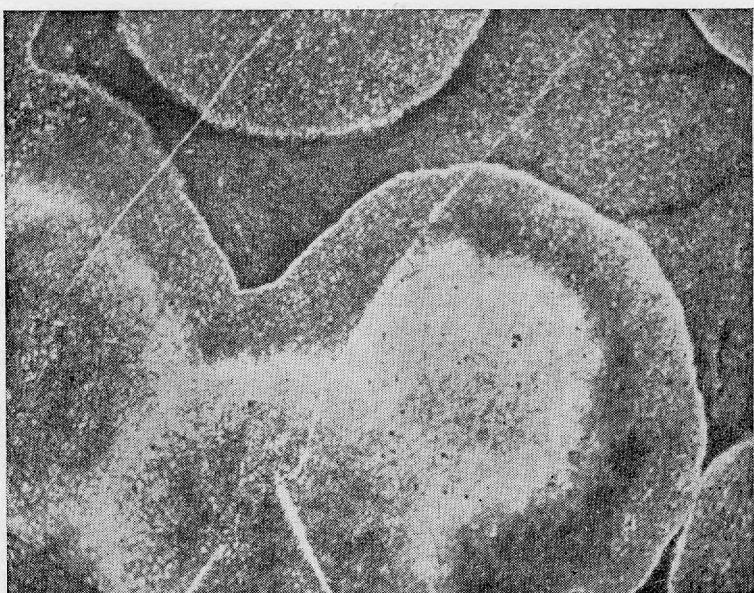


Рис. 4. Яшма желтая (шлиф № 42). Увел. 30, без анализатора

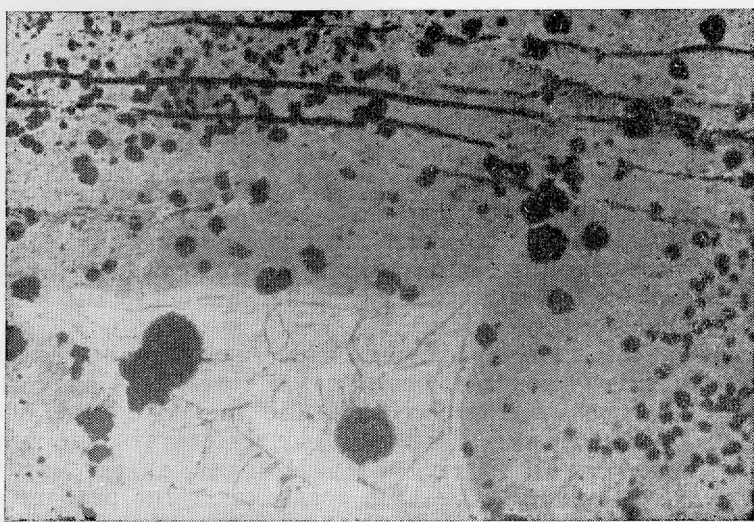


Рис. 5. Яшма сиреневато-красная (обр. № 63992). Увел. 90, без анализатора
серое — халцедон с глобулями гидрогематита; светло-серое — кварц с радиально-лучистым гётитом

тания и сложены преимущественно микрокриптокристаллическим агрегатом (рис. 4), среди которого местами проступают участки со слабо выраженным лучистым строением; возможно это зачаточные стадии сферолитообразования.

Окислы железа в основном желтого и, реже, буроватого цвета неравномерно распределены в яшме. Хлопьевидный характер окислов железа хорошо различим в полированных образцах под биноклем. В прозрачных шлифах при большом увеличении видно, что окислы железа образуют тончайшие пылевидные частицы, иголки и нитевидные выделения. Пылевидные частицы местами собраны в скопления то округлой формы — глобули размером до 0,09 мм в диаметре, то вытянутые, на-

поминающие водоросли или мох. В последнем случае они иногда бывают оконтурены тонкими иголочками как ворсинками. Иголочки присутствуют также в виде агрегатов, с редкими кристалликами размером до 7 мк в длину. Широко развиты переплетающиеся нитевидные выделения окислов железа, подобные войлоку (рис. 1 и 2). В полированных шлифах различимы редкие скопления призмочек гётита и гематита размером до 0,08 мм в длину. В шлифе 42 встречаются редкие округлые пылевидные стяжения до 0,1 мм в диаметре с красными внутренними рефлексами, предположительно отнесенные к гидрогематиту(?).

Дифференциальный термический и термовесовой анализы образца показали небольшой эндотермический эффект с потерей веса при температуре около 300°, вызванный обезвоживанием гётита.

Химический анализ, приведенный в таблице, свидетельствует об отсутствии в исследуемой желтой яшме закисного железа. Это обстоятельство было проверено очень тщательно в связи с тем, что по данным В. А. Супрычева (1973) содержание закисного железа в желтой яшме достигает 0,95%. К тому же минералов, в состав которых входило бы закисное железо, в изученных образцах не обнаружено.

Таким образом, присутствие в яшме около 2% гётита (1,8% Fe₂O₃ и 0,2% H₂O выделившейся при 300°) тонкораспыленного в халцедоне, кварце и кварцине обуславливает ее желтую окраску. Очень редкие выделения гематита и гидрогематита(?) на окраску не влияют.

Яшма сиреневато-красного цвета (обр. № 63992 Минер. музея) отличается от желтой большей раскристаллизацией халцедона, который образует полнолучистые сферолиты. Промежутки между сферолитами выполнены также более зернистым, чем в желтой яшме, халцедоном и кварцем.

Халцедон сильно запылен мельчайшими включениями, придающими ему бурю окраску при одном никеле; кварц же запылен слабее и поэтому в шлифе участки того и другого хорошо различимы в проходящем свете. В халцедоне сравнительно равномерно рассеяны хлопьевидные глобулы величиной 0,08—0,13 мм в диаметре и отдельные чешуйки размером 4—15, реже до 50 мк с красными внутренними рефлексами. В скоплениях же кварца присутствуют пучки иголочек и радиально-лучистые образования гётита, не превышающие 0,13 мм в диаметре (рис. 5).

В полированном шлифе различимо явное преобладание окислов железа с красными внутренними рефлексами. На кривой ТГ отмечается потеря веса в интервале температур 50—150°, а также около 300—350°. Сопоставление приведенных данных позволяет считать, что минерал с красными внутренними рефлексами представлен гидрогематитом, теряющим воду в интервале 50—150°, тогда как гётит разлагается при 300—350°. При очень приближенном расчете потери веса в указанных интервалах на содержание окислов железа в яшме получено гидрогематита около 2% и гетита около 1%. Следовательно преобладание гидрогематита над гетитом вызывает сиреневато-красную окраску яшмы.

Яшмы Чехословакии связаны с мелафирами, залегающими в осадочных породах пермокарбонного возраста. Подробное исследование корконошских яшм приведено у Ф. Славика (Slavik, 1941), который отмечает, что они образуют в мелафирах жилки до 2—3 см мощности.

В нашем распоряжении было 3 образца яшмы коричневого цвета с неравномерным распределением окраски (обр. 75809—75811 Минер. музея), но, к сожалению, без точного указания месторождения. Под микроскопом яшмы сложены *халцедоном и кварцем*, с подчиненным развитием *гётита и гематита*.

Халцедон образует то более крупные сферолиты, размером до 1,3 мм в диаметре, окруженные агрегатом мелких сферолитов величиной около

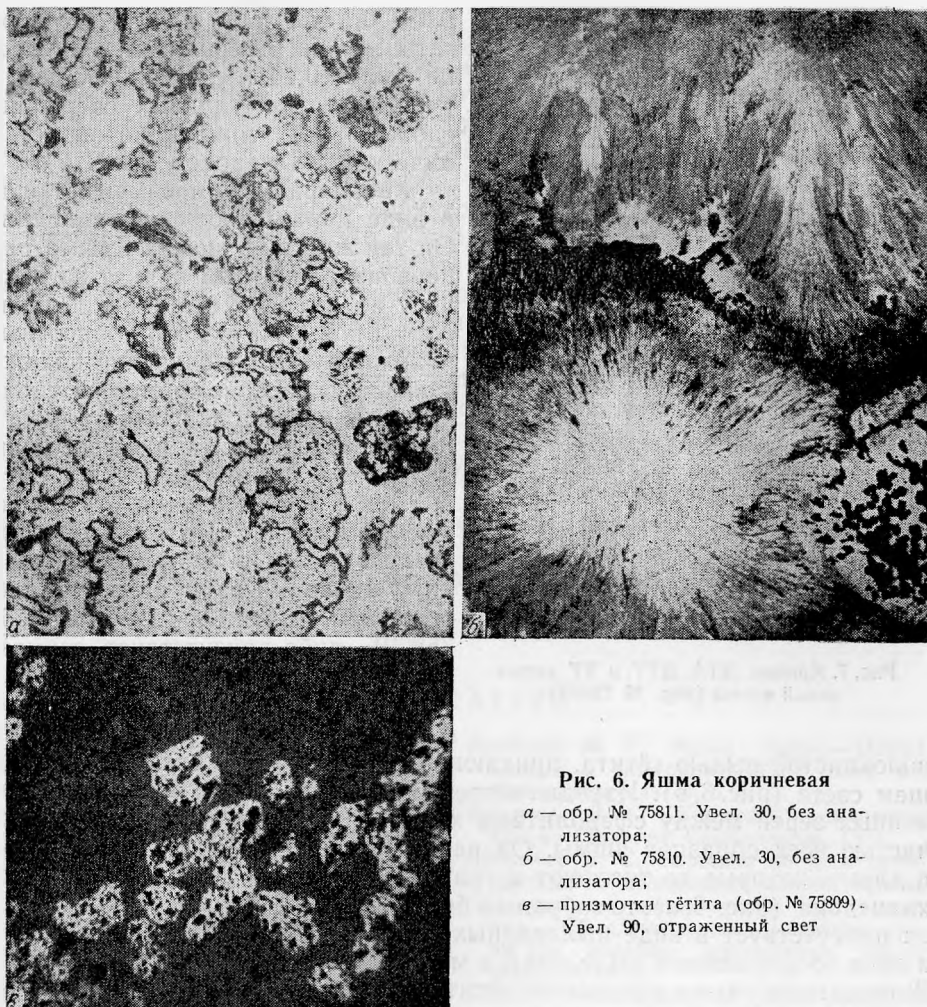


Рис. 6. Яшма коричневая

- а — обр. № 75811. Увел. 30, без анализатора;
 б — обр. № 75810. Увел. 30, без анализатора;
 в — призмочки гётита (обр. № 75809).
 Увел. 90, отраженный свет

Химические анализы яшмы желтого цвета с Крыма (обр. № 63993) и яшмы коричневого цвета из Чехословакии (обр. № 75809); аналитик Г. А. Осолодкина

Окислы *	№ 63993	№ 75809	Окислы*	№ 63993	№ 75809
SiO ₂	95,52	87,25	MgO	0,06	0,13
TiO ₂	не обн.	не обн.	CaO	0,60	не обн.
Al ₂ O ₃	0,74	0,77	П.п.п.	0,70	1,85
Fe ₂ O ₃	1,81	9,57	Сумма	99,43	99,57
FeO	не обн.	не обн.			

* Спектральным анализом (в обр. № 63993) установлены: 0,1% Na, P; сотые доли процента Ni, Cr; тысячные — Mn, Nb, V, Cu, Zn, Ti, Co, Sr; в обр. № 75809 — десятые доли процента Na, P; сотые — Mn, Ni, Cr, Ca; тысячные — Sc; Nb, V, Cu, Zn, Ti, Co, Zr, Sr, Ba.

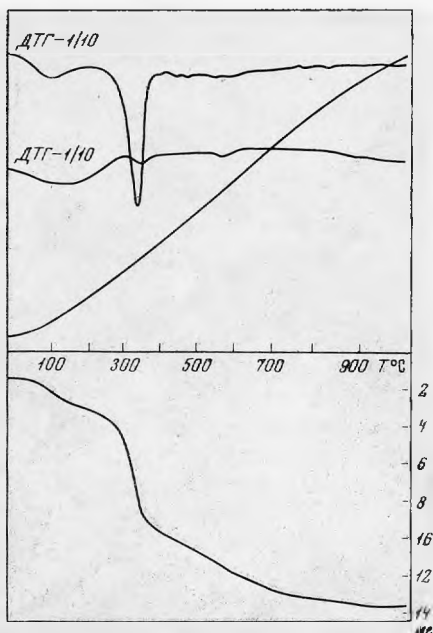


Рис. 7. Кривые ДТА, ДТГ и ТГ коричневой яшмы (обр. № 75809)

0,05—0,1 мм (обр. 75810), то агрегаты мелких сферолитов величиной не более 0,16 мм, чередующиеся с участками причудливых очертаний, сложенными микрокристаллическим халцедоном (рис. 6).

Кварц развит преимущественно в виде параморфоз по кварцину. Он так же, как в яшмах Крыма, первоначально был принят за кварцин, но высокое светопреломление: $N_g = 1,552$ и $N_p = 1,543$ (одноосный, положительный, удлинение положительное, погасание прямое) и типичная для кварца дифрактограмма с одной стороны, а также формы выделений — сферолиты до 2,5 см в диаметре и агрегаты со структурой рыбьей чешуи с другой, позволили сделать вывод о развитии по кварцину кварца. Кварц является либо основным минералом яшмы (обр. 75809), либо присутствует совместно с халцедоном (обр. 75810).

В сравнении с халцедоном кварцпараморфоз густо пропитан тонкой волокнистой пылью гётита, придающего ему бурую окраску в проходящем свете (рис. 6, б). Изредка встречается кварц в виде мелких не запыленных зерен между сферолитами халцедона. Гётит является основной частью всех образцов яшмы. Он развит в виде иглочек до 20—30 мк в длину, которые то тяготеют к границам участков разной зернистости халцедона (рис. 6, а), то собраны в беспорядочные скопления. Кроме того, он присутствует в виде пылевидных волоконцев, пропитывающих кварц, в виде бесформенных выделений и мелкозернистого агрегата (рис. 6, б). Встречаются также призмочки гётита размером до 0,13 мм (рис. 6, в), хорошо различимые в полированных шлифах. В обр. 75809 присутствует большое количество хорошо раскристаллизованного гётита, который эффектно выделяется на полированной поверхности, образуя тонкий кружевной рисунок с полуметаллическим блеском.

Гидрогематит в отличие от гётита распределен неравномерно. Он представлен пылевидными частицами и хлопьевидными скоплениями. Количество гидрогематита колеблется от незначительного до почти равного гётиту (обр. 75811). Иногда гидрогематит образует тонкую смесь с гётитом. Кривые ДТА и ДТГ образца 75809 представлены на рис. 7, а химический анализ приведен в таблице. Сопоставление и приближенный пересчет этих данных позволяет считать, что в образце содержится гётита 8% и гидрогематита 2,5%.

Таким образом, коричневая окраска описываемых образцов вызывается также, как и желтая, гётитом, но гораздо большим содержанием и лучшей раскристаллизацией его. Присутствие пылевидного гидрогематита придает красноватый оттенок коричневому тону. Неравномерное распределение окислов железа в халцедоне создает рисунок яшмы.

* * *

Для минералогического состава исследованных яшм Крыма и Чехословакии, связанных с основными эффузивами, характерно то, что они в основном являются халцедоновыми с примесью кварца и квар-

ца и, редко, кварцевыми, при этом кварц образует параморфозы по кварцину. Красящими минералами в яшмах желтого, коричневого и красновато-сиреневого цвета являются гётит и гидрогематит. Гётит, присутствующий в количестве около 2%, но в очень тонкокристаллическом виде, придает яшмам желтый цвет, но с увеличением размера зерен и его содержания появляется коричневая окраска. Гидрогематит в сочетании с гётитом, но в количестве, превышающем его, вызывают сиреневый цвет. В случаях же, когда яшмы окрашены гётитом в коричневые цвета, примесь гидрогематита придает основному цвету красноватый оттенок. В яшмах хорошо проявлены коломорфные структуры.

Исследованные яшмы сопоставимы с яшмами Урала в том отношении, что как те, так и другие связаны с эффузивами основного состава и образуют в них жилы, линзы и неправильные тела. Различие заключается в том, что яшмы Урала более древние, что они очень широко распространены, что тела их гораздо более мощные, что они подверглись региональному низкотемпературному метаморфизму, возможно сопровождавшемуся привнесом вещества из вмещающих пород и, соответственно, кристаллизацией, наряду с кварцем гематита, граната, эпидота, актинолита, хлорита, пумпеллинита. Яшмы же Крыма и Чехословакии являются свежими неметаморфизованными с четко выраженными коломорфными структурами.

ЛИТЕРАТУРА

- Яковлева М. Е.* Гранатсодержащие пестроцветные яшмы Южного Урала.— ДАН, 191, № 5, 1133 (1970).
- Яковлева М. Е.* Минералогический состав некоторых разновидностей пестроцветных яшм Ю. Урала.— Новые данные о минералах СССР, вып. 21, Изд-во «Наука», 1972.
- Яковлева М. Е.* Яшмы дер. Старомуйнаково Учалинского р-на Ю. Урала.— Новые данные о минералах СССР, вып. 22. Изд-во «Наука», 1973.
- Яковлева М. Е.* О Наурузовском месторождении яшмы.— Новые данные о минералах СССР, вып. 23. Изд-во «Наука», 1974.
- Яковлева М. Е.* Яшмы Алтая.— Новые данные о минералах СССР, вып. 24, Изд-во «Наука», 1975.
- Супрычев В. С.* Крымские самоцветы. Изд-во «Таврия», Симферополь, 1973.
- Супрычев В. С.* Сырьевые ресурсы самоцветных и поделочных камней Крыма и пути их практического использования.— Сб. «Драгоценные и цветные камни как полезное ископаемое», изд-во «Наука», 1973.
- Slavík F.* Poznámky o podkrkonošských jaspisech a podobných hmotách křemenných.— Věstník Královské české společnosti nauk, ročník 1941, 16. Praha, 1942.