

М. Е. ЯКОВЛЕВА

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ЯШМЫ ЮЖНОГО УРАЛА

Яшмы Южного Урала, используемые в технических целях, добываются на месторождениях Калканском и Казахчикканском. Минералогический состав их первоначально изучался на единичных образцах из коллекции Минералогического музея им. А. Е. Ферсмана АН СССР (Яковлева, Пугалова, 1971), затем был собран полевой материал, результаты исследования которого излагаются ниже.

## КАЛКАНСКАЯ ЯШМА

Месторождение серой калканской яшмы расположено вблизи южного берега оз. Калкан, рядом с высоковольтной линией на горе Сабинде. Вмещающими породами являются сильно рассланцованные змеевики. Естественные выходы представлены крупными глыбами, а искусственные — каменоломнями, одна из которых имеет более 6 м глубины.

Калканская яшма, вскрытая каменоломнями, представлена слоистым туфом. Простираение слоистости меридиональное, падение на запад под углом 80°. Порода темно-серого цвета, плотная, афанитовая до мелкозернистой. Иногда среди туфов встречаются участки, содержащие скопления угловатых более светлоокрашенных обломков размером до 1,5 см. Туфы содержат тончайшие полевошпатовые прожилки, с мелкими зернышками пирита.

Под микроскопом хорошо выражено обломочное строение (рисунок). Преобладающий размер обломков от 0,05 до 0,8 мм. Они представлены альбитом, пироксеном, светлыми тонкораскристаллизованными обломками пород, сложенными параллельно ориентированными лейстами альбита, и обломками буроватого цвета очень тонкоагрегатного сложения, вероятно раскристаллизованного стекла. Из минералов различимы также хлорит, эпидот, пренит, актинолит в различных количественных соотношениях.

На пяти дифрактограммах туфов наиболее четко проявлены пики альбита, на трех из них также четко отражены пики адуляра. Пики пироксена и актинолита проявляются менее резко и совсем слабо отражены пики хлорита и пренита. Кварц не обнаружен ни на одной дифрактограмме. Таким образом, подтверждено ранее сделанное заключение о том, что калканская яшма представляет собой туф, подвергшийся альбитизации, адуляризации, хлоритизации, актинолитизации, пренитизации и эпидотизации (Яковлева, Пугалова, 1971).

Химический анализ туфа, приведенный в таблице, свидетельствует о принадлежности его магме среднего состава, что также подтверждается

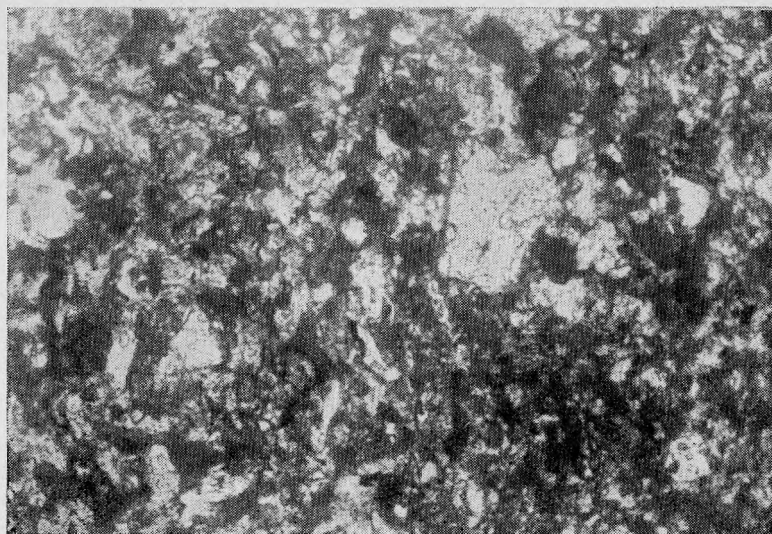


Рис. 1. Структура Калканского темно-серого туфа, увел. 90, без анализатора

сохранившимися обломками авгита. Наложенные вторичные процессы не позволяют точнее определить их первоначальный химический состав.

Спектральным анализом установлены десятые доли Р в обоих анализах и Ва в обр. 35448.

По химическому составу, по Дели, обр. 35448 близок к группе щелочноземельного трахита, а обр. М 30053 попадает в группу риолита, но пересыщен глиноземом.

Пересчет химического анализа обр. 35448 на минеральный состав показал, что две трети породы составляют полевые шпаты (29,3% альбита и 37,3% адуляра) и третью часть — актинолит, хлорит, пренит и авгит. Как свидетельствуют дополнительные анализы на содержание щело-

Химические анализы технических яшм, вес. %

Компоненты	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	59,16	68,46	73,39
TiO <sub>2</sub>	0,40	0,20	0,33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,74	17,17	14,43
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Не обн.	Не обн.	2,96
FeO	4,19	1,56	Не обн.
MnO	0,09	0,16	0,05
γ D	2,38	0,32	0,76
CaO	4,00	2,66	1,45
Na <sub>2</sub> O	3,48	4,14	2,53
K <sub>2</sub> O	6,27	4,71	3,46
П.п.п.	1,36	0,56	0,86
Сумма	100,07	99,94	100,22

Аналитик Г. А. Осолодкина.

1 — Калканская темно-серая, обр. 35448. В других образцах того же цвета содержание Na<sub>2</sub>O равняется 3,63; 7,01; 4,54; K<sub>2</sub>O 5,74; 1,17; 3,41; 2 — Калканская светло-серая, обр. М30053. В других образцах того же цвета содержание Na<sub>2</sub>O равняется 5,45; 4,65; 4,14; K<sub>2</sub>O 5,11; 2,31; 4,81; 3 — Казахчикканская темно-зеленовато-серая, обр. М30048.

чей, количество полевых шпатов в туфах колеблется от 58 до 68%, при этом альбита от 31 до 59%, а адуляра от 7 до 34%.

Среди глыб яшмы, образующей естественные выходы, встречаются как описанные выше темно-серые породы, так и отличающиеся от них цветом и составом. Последние значительно более плотные, сливные афанитовые породы, окрашенные в светло-серые и серые цвета, однотонные, мелкопятнистые и полосчатые. В мелкопятнистых разновидностях присутствуют округлые обособления до 1 мм в диаметре более светлой окраски, чем содержащая их порода, представляющие собой, в основном, скопления эпидота и пренита. В полосчатых разновидностях присутствуют значительно более темноокрашенные полосочки шириной от волосовидных до 2 мм, четко выделяющиеся на более светлом фоне; в их составе преобладает пренит. Последний так же иногда составляет неправильные участки размером до 6 см по длинной оси. В минералогическом составе данной группы участвуют: полевые шпаты, кварц, дионсид, пренит, актинолит, бемит, эпидот. Под микроскопом породы очень тонкозернистые. Диагностика минералов чрезвычайно трудна. В одних образцах различима обломочная структура (обр. М 30054) при величине обломков от тысячных до сотых долей миллиметра, и только в подчиненных прослойках до 0,3 мм. Представлены обломки преимущественно альбитом, редко кварцем и очень редко пироксеном. Породы, следовательно, принадлежат туфам; в других — обломки совершенно не распознаются, и порода может быть принята за девитрифицированное стекло (обр. М30053); в третьих — структура аналогична эффузиву с микровкрашленниками альбита и кварца и тонкораскристаллизованной основной массой (обр. М30052); порода может быть отнесена к кварцевому альбитофиру. В четвертых же образцах основной составной частью является кварц с незначительной примесью альбита и хлорита и порода представляет собой полностью окварцованную разность (обр. 35446).

Химический анализ образца (М30053) приведен в таблице. Это мелкопятнистая, причем пятна более светлые, чем основная масса, порода принадлежит закристаллизованному стеклу.

Пересчет химического анализа на минеральный показал, что в составе породы присутствует 63% полевых шпатов, из них 35% альбита и 28% калиевого полевого шпата. На дифрактограмме хорошо проявлены пики полевых шпатов и кварца. Под микроскопом четко распознаются равномерно рассеянные иголки актинолита, зерна эпидота и пренита, выполняющие округлые обособления. При обработке порошка породы спиртовым раствором ализарина получено характерное розовое окрашивание. Это свидетельствует о присутствии гидрата глинозема, вероятно, в виде бемита, что согласуется с наличием на дифрактограмме слабо выраженных пиков около 6,2 и 2,36 Å, близких к бемиту, а также с избытком глинозема в химическом анализе породы. Однако не все разности яшмы, объединенные в данной группе, дают окрашивание.

Таким образом, описываемая группа серых и светло-серых пород в отличие от темно-серых туфов является неоднородной и более метаморфизованной, причем окварцевание в ней имеет место, и в отдельных редких случаях кварц полностью замещает породу.

Технической яшмой и яшмой, применяемой как поделочный камень, является темно-серый туф, в котором отсутствует свободная  $\text{SiO}_2$ , группа же серых и светло-серых пород, в различной степени окварцованная, обладает большой трещиноватостью и, вероятно, по этой причине применения не имеет.

В заключение необходимо отметить, что существующее мнение о том, что калканская яшма является окремнелым порфириковым туфом (Ферман, 1922, 1954) не совсем точно. Это действительно порфириковый туф, но подвергшийся, в основном, альбитизации, адуляризации, хлоритизации и актинолитизации. Кварц в нем отсутствует. В силу этого из него

нельзя изготавливать химические ступки, а также нельзя применять в технических целях в тех случаях, когда щелочи или глинозем являются нежелательными.

### КАЗАХЧИККАНСКАЯ ЯШМА

Месторождение казахчикканской яшмы расположено в 17 км к северо-востоку от г. Орска и в 4 км к север-северо-востоку от ж.-д. ст. Круторожино, Оренбургской железной дороги. Оно находится на пологом восточном склоне горы Казах-Чиккан — восточном отроге Губерлинских гор.

По данным Б. М. Соколова 1968 г., пласт технической яшмы является маркирующим и относится к бугулыгырскому горизонту ( $D_2$ ). Он подстилается сильно трещиноватой грязновато-зеленой породой с тонкими пропластками глины, с небольшой примесью песчаного материала. Кровлей является сильно выветрелая яшма. Пласт технической яшмы смят в антиклинальную складку с опущенной по двум субмеридиональным сбросам шарнирной частью. Ось складки вытянута в субмеридиональном направлении. Мощность пласта не менее 6,4 м.

Техническая яшма — это макроскопически однотонная темная зеленовато-серая афанитовая порода. Под микроскопом в ее составе различимы альбит, пренит, хлорит, пумпеллит, карбонат, гематит. Преобладающий размер зерен около 4—8 мк, а максимальный до 0,03—0,06 мм. Очень редко встречаются идиоморфные выделения альбита, размером до 0,13—0,2 мм. На дифрактограмме четко проявлены пики кварца, который микроскопически не обнаруживается и, вероятно, представлен халцедоном, а также пики полевых шпатов. Порошок хорошо окрашивается спиртовым раствором ализарина, что свидетельствует о присутствии гидратов глинозема. Порода сечется альбитовыми прожилками шириной не более 0,03—0,05 мм.

Химический анализ яшмы, приведенный в таблице (М30048), свидетельствует о том, что порода тяготеет к группе дацита, но пересыщена глиноземом. Очень приближенный пересчет анализа на минеральный состав дал следующие цифры (вес. %): 43,0 халцедона, 21,0 альбита, 20,5 калиевого полевого шпата, 5,0 пренита, 3,0 хлорита, 5,5 бемита, 2,0 гематита.

Из изложенного следует, что казахчикканская техническая яшма представляет собой подвергшееся кристаллизации стекло, в котором редкие микропорфиновые выделения альбита представляют собой реликты первичных минералов.

На месторождении иногда встречаются куски яшмы темно-зеленого цвета с более светлыми пятнышками (обр. М 30047) округлых и близких к ним очертаний размером 1—3 мм, составляющих около 30% породы. Под микроскопом в составе пятен присутствуют те же минералы, что и в основной массе, но количество цветных — пренита, пумпеллита и хлорита — в них меньше, чем в окружающей массе. Очертания светлых пятен под микроскопом четкие, но не резкие. Структуру описываемой разновидности можно сравнить со структурой снежных хлопьев в высоко стекловатых породах пепловых потоков (Anderson, 1969), где она рассматривается как результат первичной девитрификации кислого стекла, вероятно, в условиях повышенной концентрации летучих. Lofgren (1970) экспериментально исследовал условия девитрификации риолитового стекла и установил, что текстура снежных хлопьев может возникнуть при взаимодействии стекла со щелочными растворами при давлении 0,5 — 4 кб и при температуре 240 — 700° С, при этом изменения в текстуре протекают очень постепенно и не могут быть связаны с более точными температурами и давлениями.

Если структуру пятнистой яшмы можно отождествить со структурой снежных хлопьев, то образование самых светлых пятен надо отнести к бо-

лее раннему периоду девитрификации, а развитие пренита и хлорита — к более позднему.

Данные химического и минерального состава казахчикканской технической яшмы показывают, что высокое содержание в ней щелочей, входящих в состав полевых шпатов, делает ее, как и яшму калканскую, непригодной для изготовления химических ступок, а также для работы в условиях, когда щелочи нежелательны.

#### Литература

- Ферсман А. Е.* Драгоценные и цветные камни, т. I, Пг, 1922.  
*Ферсман А. Е.* Очерки по истории камня, т. I, М., Изд-во АН СССР, 1954.  
*Яковлева М. Е., Пугалова Л. С.* О минералогическом составе некоторых яшм и о причинах их окраски.— Труды Минер. музея АН СССР, 1971, вып. 20.  
*Anderson J. E.* Development of snowflake texture in a welded tuff, Davis Mountains, Texas.— Bull. Geol. Soc. Amer. 1969, 80, N 10.  
*Lofgren G.* Experimental devitrification of rhyolite glass.— Bull. geol. Soc. Amer., 1970, 81, N 2.