

М. Е. ЯКОВЛЕВА

**ЯШМЫ ДЕР. СТАРОМУЙНАКОВО УЧАЛИНСКОГО РАЙОНА
ЮЖНОГО УРАЛА**

Яшмы Учалинского района Южного Урала образуют выдержанную толщу близмеридионального простирания, получившую название бугулыгырской. Мощность толщи на всем ее протяжении колеблется от 30—40 до 400 м. Возраст определяется как эйфельский (Хворова, Залманзон, 1963; Хворова, 1968) и как силурийский (Андронов, 1963). Бугулыгырская толща либо состоит из сплошных тонко- и толстослоистых яшм, либо пачки яшмы разделены кислыми мелко- и тонкозернистыми туфами и кремнистыми туффитами; локально появляются эффузивные и субвулканические образования. Все перечисленные породы образуют серию крупных и плоских линз, сменяющих одна другую. К толще приурочены многочисленные небольшие линзы марганцевой руды (Хворова, 1968).

Яшмы бугулыгырской толщи вблизи дер. Старомуйнаково представлены естественными обнажениями и, кроме того, вскрыты рядом канав и ям. Самое южное обнажение, которое было исследовано, располагается у шоссеной дороги, проходящей вдоль железнодорожной платформы 68 километр (Миасс — Учалы). Яшмовое тело вскрыто вкрест простирания канавой длиной около 20 м, глубиной 1,5 м и рядом естественных обнажений. Оно имеет следующее строение.

С запада за пределами выходов яшмы обнажены рассланцованные агломератовые лавы кварцевого порфирита с хорошо сохранившейся первичной структурой, но с полностью замещенными хлоритом, эпидотом, серицитом и альбитом первичными минералами. Судя по естественным обнажениям, агломератовые лавы переслаиваются яшмами. В западной стенке канавы вскрыт контакт яшмы со светло-серыми микрокристаллическими породами, сильно пропитанными вдоль контакта гематитом. В самой толще яшм недалеко от контакта аналогичные светло-серые породы образуют выдержанный прослой мощностью около 6 см. Первый слой твердый и состоит в основном из тонкозернистого кварца и тонковолокнистого актинолита размером до 0,2 мм в длину с примесью мельчайших зернышек эпидота и тонких чешуек серицита; в гематитизированных участках наряду с гематитом появляется светло-коричневый биотит, присутствует большое количество «глазков» округлой формы диаметром до 0,25 мм, выполненных более крупными, чем в основной массе, зернами кварца, редкими иголочками актинолита и чешуйками слюды. По данным полуколичественного спектрального анализа, в негематитизированной части слоя основными элементами кроме преобладающего Si являются Al, Mg, Fe, составляющие проценты, в десятых долях процента присутствуют Mn, Ti, Ca, Na. Второй слой мягкий и сложен тонкозернистым кварцем, тонкочешуйчатым серицитом и гидраргиллитом (окрашивается спиртовым раствором ализа-

рина). В составе слоя кроме преобладающего Si присутствуют в процентах Al, Na и в десятых долях процента Ti, Fe, Mg, Ca, Mn.

В плохо обнаженной части канавы встречен также прослой тонкозернистого кварцевого песчаника с цементом из железистого хлорита.

Яшмы, вскрытые канавой, представлены параллельно-ленточными разностями по классификации А. Е. Ферсмана (1954), характеризуются чередованием полос, коричневых, розоватых, красновато-коричневатых, желтовато-зеленоватых, желтовато-розоватых, светло-желтых и темно-зеленых. Преобладают коричневые тона разных оттенков и интенсивности. Ширина полос от долей миллиметра до более 1 см. Границы полос то резкие, то расплывчатые. Слои в целом достаточно выдержанные, но местами сужаются, раздуваются, выклиниваются, волнообразно изгибаются. Простираение яшмовой толщи почти меридиональное, падение на восток под углом около 35°. Внутри толщи полосы образуют складку второго порядка. К востоку яшмы сменяются кремнистыми сланцами через зону их переслаивания.

Самое северное исследованное нами обнажение яшмы расположено не более чем в 1—1,5 км к северо-западу от дер. Старомуйнаково. Рядом канав вскрыты небольшие линзовидные тела параллельно-ленточной яшмы, аналогичной обнажению у платформы 68 километр. В окраске яшмы в одних случаях преобладают красновато-коричневые, в других — зеленовато- и розовато-желтые тона. Изредка встречаются ярко-зеленые полоски. Простираение полосчатости СВ 20—30°, падение вертикальное. Ширина яшмовых тел около 3—5 м. Среди вмещающих эффузивов преобладают основные разности с подчиненным развитием эпидотизированных кварцевых альбитофиоров.

В промежутке между южным и северным обнажениями встречаются разработки и выходы аналогичной параллельно-ленточной яшмы и скальные обнажения сургучной-ситцевой яшмы. К последней приурочены гнезда марганцевой минерализации.

Таким образом, яшмы в бугулыгирской полосе от дер. Старомуйнаково до платформы 68 километр на протяжении около 6 км представлены серией обособленных линзовидных тел двух типов: ленточными и ситцевыми с марганцевым оруденением.

Наиболее детально был изучен минеральный состав яшм, обнаженных у платформы 68 километр. Основными методами исследования являлись микроскопия, дифрактоскопия и спектральный анализ¹.

Светлые яшмы

В яшме, окрашенной в светлые тона, под микроскопом при малом увеличении на фоне очень тонкозернистого агрегата четко выделяются округлые и эллипсовидные «глазки», выполненные более крупными зернами кварца с небольшой примесью других минералов. Количество таких обособлений очень непостоянно. В одних слоях они почти отсутствуют, в других их может быть много. Максимальные размеры «глазков» около 0,25 мм по длинной оси, а размер зерен кварца в них до 0,03 мм. Микрористаллическая масса яшмы состоит в основном из кварца, представленного изометрическими зернами с зазубренными очертаниями. Размер зерен около 3 мк, максимальный не превышает 7—8 мк. Кроме кварца в яшме присутствуют в качестве главных составных частей эпидот, гранат, альбит, актинолит, гематит, а в виде примеси — серицит, биотит, пьомонит, магнетит, пирит. Эпидот (обр. 72829) развит преимущественно в виде призмочек размером около 2—3 мк, реже — в виде ксеноморфных зерен до 20 мк. В шлифах бесцветный и слабо окрашенный. Количество эпидота непостоян-

¹ Дифрактограммы снимались на кафедре минералогии МГУ, спектральные анализы выполнены в ИГЕМ.

но; в разностях яшмы, где его много, он обуславливает ее желтовато-зеленоватую окраску. Гранат (обр. 72826—72828) представлен округлыми бесцветными зернышками размером около 2—3 мк, очень редко до 10 и 20 мк. Стяжения мелких зерен граната, подобные описанным в орских яшмах, встречаются очень редко и не превышают 20 мк в диаметре. Количество граната также непостоянно в отдельных слоях яшмы. Слои, состоящие только из кварца и граната, очень редки.

В химическом составе одного из кварцево-гранатовых слоев, окрашенного в кремовый цвет, мощностью 2 см установлены следующие окислы (вес. %): TiO_2 следы; Al_2O_3 2,81; Fe_2O_3 2,59; FeO 0,35; MnO 2,29; MgO 0,05; CaO 4,05 (аналитик Г. А. Осолодкина). Количество граната в данном слое около 18%. Пересчет анализа на состав граната показал, что он близок $Gro_{3,9}And_{2,7}Sp_{2,9,5}Alm_{4,5}$; $a_0 = 11,81 \text{ \AA}$ (по дифрактограмме).

Таблица 1

Химический и минеральный состав яшмы

Компоненты	Вес, %	Компоненты	Вес, %	Минералы	Вес, %
SiO_2	78,42	CaO	5,88	Кварц	63
Al_2O_3	6,74	Na_2O	0,33	Эпидот	14
Fe_2O_3	1,37	K_2O	0,04	Гранат	12
FeO	0,40	П. п. п.	0,37	Актинолит	8,5
MnO	3,74	Сумма	100,23	Альбит	2,5
MgO	2,94			Гидрат глинозема	Следы

Состав граната, полученный при пересчете химического анализа (табл. 1) розовато-желтоватой яшмы, соответствует $Gro_{2,8}Sp_{7,2}$, что отвечает $a_0 = 11,70 \text{ \AA}$. Близкая величина получена для граната из светлой желтовато-зеленоватой яшмы, дифрактограмма которой характеризуется наиболее резко проявленными пиками (табл. 2).

Таблица 2

Межплоскостные расстояния * граната из светлой желтовато-зеленоватой яшмы

hkl	l	$\frac{d\alpha}{n}$	$a_0, \text{ \AA}$	hkl	l	$\frac{d\alpha}{n}$	$a_0, \text{ \AA}$
400	6	2,936	11,744	611	2,5	1,907	11,747
420	10	2,625	11,743	444	1,5	1,697	11,756
422	4	2,400	11,774	640	3	1,630	11,752
521	2,5	2,149	11,770	642	4,5	1,573	11,766

Среднее 11,756

* По данным дифрактограммы, Си-излучение, 35 мв, 10 ма.

Из семи дифрактограмм граната установлено, что a_0 колеблется от 11,75 до 11,81 \AA . Отсюда можно сделать вывод, что состав граната в яшмах данного обнажения колеблется в очень небольших пределах и он относится к гроссуляр-спессартин-андрадитовому и гроссуляр-спессартиновому ряду. Альбит редко различим под микроскопом, но почти на всех дифрактограммах присутствует пик 3,16—3,189 \AA . Кроме того, спектральным анализом установлено присутствие Na до 0,4—0,6 %, что составит около 5% альбита. В случаях, когда альбит хорошо различим под микроскопом, он представлен угловатыми обломочками до 0,24—0,3 мм с четким двойниковым строением. Иногда обломочки переполнены иголоч-

ками актинолита и зернышками эпидота. А к т и н о л и т присутствует в переменном количестве, главным образом в виде бесцветных иголочек длиной около 10 и редко до 60 мк; $c:N_g$ до 25° . На дифрактограммах пики актинолита, как правило, отсутствуют. И только в одном образце серовато-зеленоватой яшмы, состоящей из кварца, эпидота, актинолита и альбита, величина призмочек актинолита достигает $0,08 \times 0,01$ мм, а количество его таково, что дифрактограмма содержит наиболее интенсивные пики его. Г е м а т и т (обр. 72830 и 72831) развит в виде очень тонкой пыли, пропитывающей яшмы и окрашивающей их в розовые и розово-красичневые тона различной интенсивности, зависящей от его количества. М а г н е т и т и п и р и т очень редки. Также редко встречаются тонкие чешуйки серицита и биотита, зерна кальцита до 0,2 мм. П ъ е м о н т и т обычно редок, но в отвалах канавы были встречены образцы, в которых он образует многочисленные тонкие прожилки и окрашивает яшму в очень красивый малиновый цвет (обр. 72835). Ксеноморфные зерна его достигают 0,1 мм и обладают резко выраженным плеохроизмом в желтых и пурпурных тонах.

Как уже отмечено, главным минералом светлой яшмы является кварц, второе место в преобладающих разностях яшмы занимают гранат и эпидот. Количественные соотношения этих двух минералов колеблются от слоя к слою: от преобладания эпидота над гранатом до преобладания граната над эпидотом. Редко встречаются разности кварц-гранатового и кварц-эпидотового состава. Определить под микроскопом количество граната и эпидота в яшме невозможно, но, как показали приближенные пересчеты химических анализов на минеральный состав, содержание граната в кварц-гранатовой яшме достигает 18%, а содержание граната и эпидота в кварц-эпидот-гранатовой яшме — 26% (табл. 1). Такое количество не может не влиять на свойства яшмы как поделочного камня. Очень редко встречаются яшмы кварц-эпидот-актинолитового состава с альбитом.

Темные яшмы

В широко развитых яшмах темно-коричневого цвета наряду с преобладающими минералами — кварцем, эпидотом и гранатом содержится значительное количество пылевидного г е м а т и т а. В темно-зеленой яшме главными минералами являются в одних разностях к в а р ц, э п и д о т, п е н н и н, с е р и ц и т, а в других, кроме того, присутствует значительное количество а л ь б и т а. В виде примеси встречаются а к т и н о л и т, г е м а т и т, а п а т и т. В округлых и эллипсоидных «глазках», заполненных более зернистым кварцем, встречаются более крупные, чем в основной массе, чешуйки серицита и пеннина. В тонкополосчатых темно-зеленых яшмах наблюдается различная зернистость и различный состав полос: одни более обогащены эпидотом, другие — серицитом.

Яшмы, выходящие к северу-западу от дер. Старомуйнаково, аналогичны вышеописанным. В них главным минералом также является кварц, а второе место занимают э п и д о т и г р а н а т. Отличие состоит в том, что гранат представлен андрадитом с $a_0 = 11,95 - 11,97 \text{ \AA}$ (сильный пик 2,67—2,68; средние 2,99; 1,60; 1,11 \AA), во многих разностях присутствуют п е н н и н и с е р и ц и т, чешуйки которых достигают 0,11 мм. Редко встречаются зерна а л ь б и т а, к а л ь ц и т а и и г о л о ч к и а к т и н о л и т а. В темно-коричневых разностях также широко развит г е м а т и т в виде тончайшей пыли, мелких сгустков ее и редких чешуек размером до 3 мк. С гематитом ассоциирует м а г н е т и т, хорошо различимый под лупой. Изредка встречаются параллельно-ленточные яшмы ярко-зеленого цвета, в составе которых кроме кварца присутствует сравнительно большое количество п у м п е л л и т а и э п и д о т а, отмечаются

обломочки альбита и зерна кальцита. Если значительное развитие эпидота в яшмах придает им желтовато-зеленоватый цвет, то ярко-зеленый цвет вызван преобладанием пумпеллиита.

Химический состав яшмы описываемого участка характеризуется, по данным полуколичественного спектрального анализа, преобладанием Si; единицы процентов составляют Al, Fe, Ca, десятые доли — Mg, Na и от десятых до сотых Mn.

К структурным особенностям яшмы обоих обнажений надо отнести присутствие в некоторых слоях псевдоморфоз кварцевого агрегата по спикулам губок, особенно четко различимых в коричневых богатых гематитом разностях. Что касается округлых и эллипсовидных образований, выполненных более зернистым кварцем, то, как ранее отметили А. Е. Малахов и К. М. Надеяев (1940), часть их, возможно, принадлежит ядрам радиоларий, но главная масса имеет другое происхождение. Вероятно, это поры, образовавшиеся в период усыхания осадка и позднее выполненные перетолжившимся материалом. Интересно также, что в шлифах иногда наблюдаются длинные тонкие чешуйки серицита и биотита, очень напоминающие спикулы губок, но под лупой в таких образцах яшмы видны разноориентированные узкие линзовидные полости усыхания, выполненные тончайшими пластинками слюды. Разрез линзочек по длинной оси создает впечатление псевдоморфоз слюды по спикулам губок.

Минеральный состав сургучной-ситцевой яшмы очень прост. Ее слагают кварц, гематит, магнетит. Кварц очень разнозернистый (от 0,016 до 0,16 мм), образует кучные скопления зерен приблизительно одинакового размера. Зазубренный с волнистым погасанием. Местами слабо загрязнен включениями пылевидного гематита, а местами переполнен им. Гематит также разнозернистый с одной стороны от 1 мк и менее, а с другой — более крупный (до 0,05 мм). Первый пропитывает кварц, а второй образует агрегаты ярко-красных чешуек. Магнетит представлен ксеноморфными зернами. По данным спектрального анализа в составе ситцевой яшмы кроме преобладающих Si и Fe присутствуют Mg, Ca, Al, Mn, Zn, Ti, Ni, Cr (от сотых до тысячных долей процента).

С ситцевыми яшмами ассоциируется марганцевое оруденение, представленное черными окислами марганца с включениями розового родонита (обр. 72832).

Вопросы происхождения яшмы вообще и яшмы Южного Урала подробно рассмотрены И. В. Хворовой (1968), А. Ф. Фоминых (1968) и А. Д. Петровским (1969). Из приведенных нами данных видно, что в подавляющем большинстве разновидностей параллельно-ленточных яшм породосбразующими минералами наряду с кварцем являются эпидот и гранат. Это свидетельствует о более сложном химическом и минеральном составе яшм, чем представлялось ранее, а также о том, что яшмы подверглись региональному метаморфизму. Температура метаморфизма, вероятно, была невысокой, на что указывают микронные размеры зерен минералов, слагающих яшмы. По-видимому, в метаморфизирующихся аморфных осадках происходило преимущественное образование большого количества центров кристаллизации при слабо проявленной собирательной перекристаллизации. Такие же процессы и аналогичная минерализация характерны для пестроцветных яшм Южного Урала (Яковлева, 1970, 1972). В описываемом месторождении яшм метаморфизму подверглись аморфные кремнеземистые слоистые осадки, содержащие равномерно распределенную в них примесь илистого материала. В отдельных слоях наряду с илистым материалом оседало очень небольшое количество более зернистого материала, например обломочки альбита до 0,3 мм. Количество илистого материала колебалось от слоя к слою и в отдельных редких слоях ила было больше, чем аморфного кремнезема, на что указывает мягкий светлый прослой в обнажении платформы 68 километр, состоящий из кварца, серицита и гидраргиллита.

Илистый осадок являлся поставщиком извести и глинозема, железо же и марганец, вероятно, частично поступали вместе с кремнеземом, но основная масса, создавшая сургучные-ситцевые яшмы, сопровождаемые линзами марганцевого оруденения, возможно, относится к более поздним образованиям. Не исключено, что обогащение гематитом параллельно-ленточных яшм также является более поздним — наложенным, но этот вопрос пока недостаточно ясен.

Дегидратация илесто-кремнеземистого осадка сопровождалась образованием мелких пор и трещинок, а под влиянием регионального метаморфизма произошла кристаллизация кварца, граната, эпидота, гематита, местами пьомонита, пумпеллита, серицита, гидраргиллита, пеннина. В то же время происходило переотложение вещества и кристаллизация его в порах и трещинках.

Сургучные-ситцевые яшмы образовались из кремнеземисто-железистого осадка, почти лишенного илистого материала. При метаморфизме в них широко развились явления собирательной перекристаллизации, а в сопровождающих их скоплениях марганцевых руд кристаллизовался родонит.

Литература

- Андронов С. М. Карамалыташская свита и ее стратиграфическое положение в разрезе восточного склона Южного Урала. — Докл. АН СССР, 1963, 152, № 3.
- Малахов А. Е., Наделяев К. М. Генетические особенности месторождений орских пестроцветных яшм. — Труды и материалы Свердловского горного института, 1940, вып. VI.
- Петровский А. Д. Минералогические и генетические особенности яшм. — Сов. геология, 1969, № 7.
- Ферман А. Е. Очерки по истории камня, т. 1. Изд-во АН СССР, 1954.
- Фоминых А. Ф. Последовательность формирования и некоторые вопросы генезиса цветных яшм Гайского района на Южном Урале. — Труды ЦНИГРИ, 1967, вып. 67.
- Хворова И. В., Залманзон Э. С. Особенности состава фтанитов и яшм Южного Урала. — В сб. «Литология и полезные ископаемые», 1963, № 1.
- Хворова И. В. Кремненакопление в геосинклинальных областях прошлого. — Труды ГИН АН СССР, 1968, вып. 195.
- Яковлева М. Е. Гранатосодержащие пестроцветные яшмы Южного Урала. — Докл. АН СССР, 1970, 191, № 5.
- Яковлева М. Е. Минералогический состав некоторых разновидностей пестроцветной яшмы Южного Урала. — Новые данные о минералах СССР, вып. 21. Изд-во «Наука», 1972.