

ее интенсивному растворению [6]. Таким образом, ювелирная фиолетовая шпинель Горона, как и красная благородная шпинель Кухилала, несомненно является продуктом воздействия высокотемпературных гидротермальных растворов неясной пока природы на ранее образованные магнезиальные скарны горанской серии.

Находка богатых шпинель-хлоритовых гнезд в верховьях р.Горон на Юго-Западном Памире подтверждает, что этот интереснейший район далеко не исчерпал свои потенциальные возможности в отношении драгоценного камня и прекрасные фиолетовые кристаллы ювелирной шпинели, скорее всего, не последняя ожившая легенда этих высоких гор.

Л и т е р а т у р а

1. А л - Б и р у н и. Минералогия. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 517 с.
2. Б а р а т о в Р.Б., Н о в и к о в В.П. Каменное чудо Таджикистана. Душанбе: Ирфон, 1988. 216 с.
3. Б у б н о в а М.А. Рудник Кух-и-лал (к истории бадахшанских лалов) // Материальная культура Таджикистана. Душанбе, 1971. Вып. 2. С. 120-142.
4. Б у б н о в а М.А. Добыча полезных ископаемых в Средней Азии в XVI-XIX вв. М.: Наука, 1975. 112 с.
5. Б у д а н о в а К.Т., Б у д а н о в В.И. Новые находки благородной шпинели на Юго-Западном Памире // Докл. АН ТаджССР. 1978. Т. 21, № 6. С. 43-45.
6. К о л е с н и к о в а Т.А. Благородная шпинель, клиногумит и манассеит месторождения Кухилал (Памир) // Драгоценные и цветные камни. М.: Наука, 1980. С. 181-199.
7. Л и ц а р е в М.А., П л а т о н о в А.Н., Т а р а н М.Н., П о л ь ш и н Э.В. Фиолетовая шпинель Юго-Западного Памира // Там же. С. 199-210.
8. М о р о з о в С.А., Г у р е в и ч Я.А. О физико-химических условиях образования месторождения благородной шпинели Кухилал на Памире // Докл. АН ТаджССР. 1973. Т. 16, № 3. С. 47-50.
9. Х о р е в а Б.Я., И с к а н д е р о в а И.Д., Ш е р г и н а Ю.П. Возраст субстрата метаморфических серий Юго-Западного Памира по данным свинцово-изохронного метода // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1971. № 8. С. 40-46.

УДК 548.545:549.091 (575.32)

В.Н.Калачев, Г.И.Дорохова

КРИСТАЛЛЫ И ДВОЙНИКИ ШПИНЕЛИ С МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУХИЛАЛ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ПАМИР)

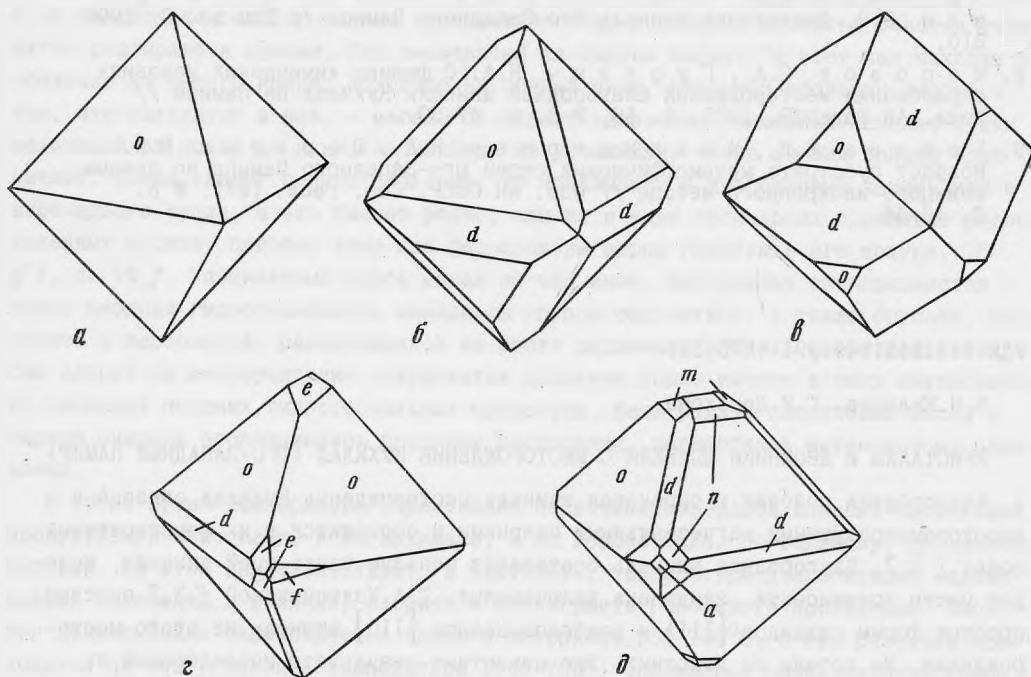
Благородная розовая и сиреневая шпинель месторождения Кухилал связана с высокотемпературными магнезиальными скарнами и содержится в их форстеритовых зонах [2]. Благородная шпинель составляет меньшую часть всей шпинели, которая часто трещиновата, замутнена включениями. Т.А.Колесниковой [3] описаны простые формы октаэдра {III} и ромбододекаэдра {II0} шпинели из этого месторождения. Мы хотели бы дополнить уже известные результаты исследований по морфологии шпинели, что может быть полезным как для понимания условий образования шпинели, так и для характеристики шпинели как ювелирного сырья.

Шпинель, заключенная в форстерите, имеет преимущественно октаэдрическую огранку, а находящаяся в гнездах пирротина - ромбододекаэдрическую в комбинации с октаэдром (рис. 1, а-в). Редко встречаются кристаллы (около 3% от общего числа), имеющие, помимо указанных простых форм, отдельные грани тетрагон-

триоктаэдров $\{112\}$ и $\{113\}$ и тетрагексаэдров $\{102\}$ и $\{103\}$ (рис. 1, г, д). Отметим, что простая форма $\{102\}$ описана на Mg-Al шпинели впервые [5, 6]. Так как эта простая форма установлена на кристаллах магнетита и обозначена у В. Гольдшмидта буквой *e*, мы обозначили ее так же.

Часть этих редко встречающихся форм возникает на кристаллах вследствие частичного замещения шпинели минералами группы серпентина, гидроталькитом, тальком, иногда флогопитом с образованием оторочек вокруг шпинели разной толщины, а в случае талька или флогопита - индукционных поверхностей различной формы. В этом случае грани простых форм $\{112\}$, $\{113\}$, $\{102\}$, $\{103\}$ имеют шероховатую неровную поверхность. Встречаются кристаллы, заключенные в гнездах пирротина без оторочек. На этих кристаллах грани возникли при росте и не корродировались, благодаря чему они имеют ровную гладкую поверхность. Один из таких кристаллов, найденных нами, наряду с гранями простых форм $\{111\}$, $\{110\}$, $\{112\}$, $\{113\}$ имеет грани куба $\{100\}$ (см. рис. 1, д).

Очень интересны на месторождении двойники шпинели по $\{111\}$. В атласе кристаллических форм В. Гольдшмидта [6] в табл. 46-49 сведены многочисленные данные по исследованию кристаллов и двойников шпинели из разных месторождений, по месторождению Кухилал таких данных нет. Приведем описание морфологии двойников шпинели из месторождения Кухилал. Общее количество двойников по выборке из 854 кристаллов составляет 29%. В условиях амфиболитовой фации метаморфизма при высоком общем давлении и механической деформации по-



Р и с. 1. Морфология реальных кристаллов шпинели:

а-в - часто встречающиеся; г, д - редкие. Простые формы: о $\{111\}$, д $\{110\}$, н $\{112\}$, м $\{113\}$, ф $\{103\}$, е $\{102\}$, а $\{100\}$

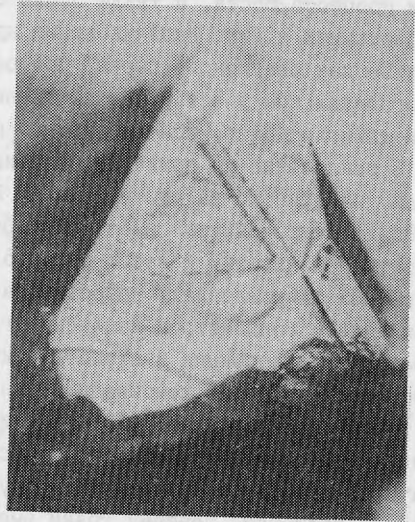
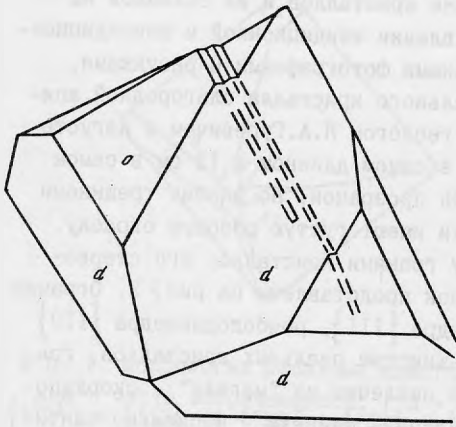
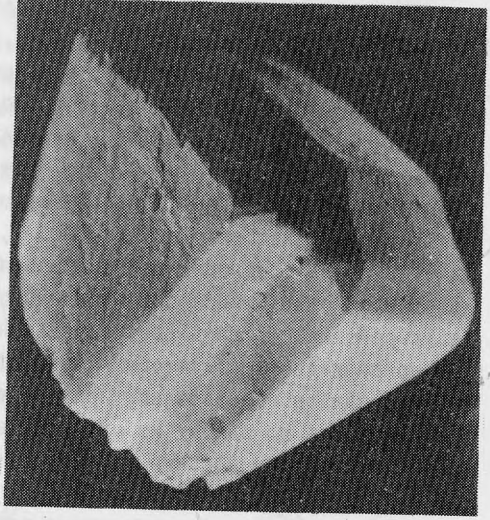
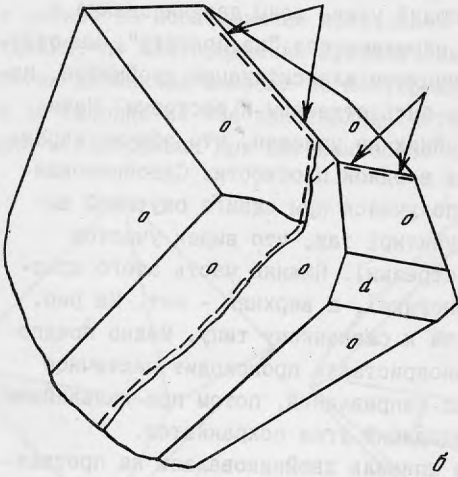
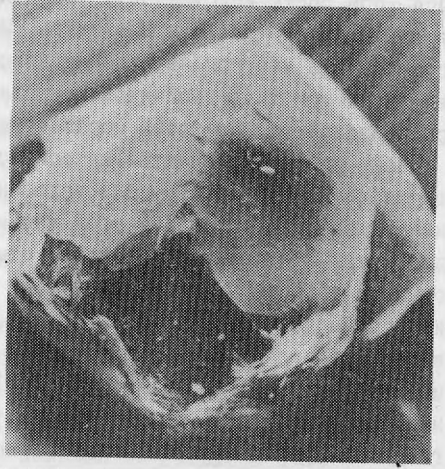
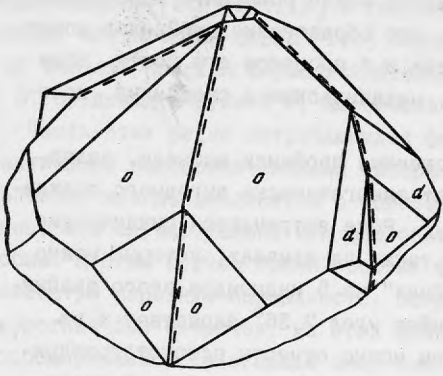
род, при росте кристаллов в твердой среде легко можно объяснить возникновение в шпинели трещин и двойников. Известно, что образование двойников может происходить как при зарождении кристалла, так и в процессе его роста. Нами выделены три типа двойников шпинели: роста, механические и смешанные, которые различаются по своей морфологии.

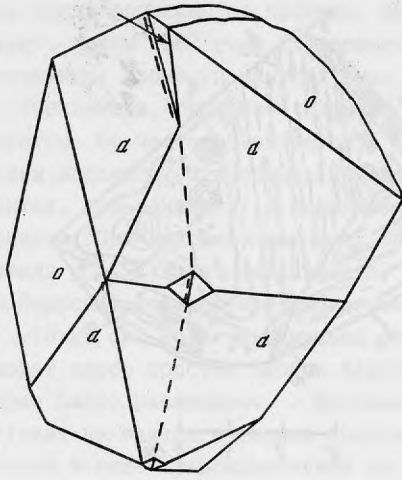
Чаще всего встречаются классические уплощенные двойники шпинели, являющиеся двойниками роста. Они уплощены за счет энергетически выгодного осаждения вещества во входящий угол двойника $\angle I$. Реже встречаются циклические двойники - "пятерники" шпинели, отмечаемые также на алмазах, которые можно отнести к ростовым двойникам (рис. 2,а). "Цикл" из 5 индивидов этого двойника составляет $70,528^\circ \times 5 = 352,64^\circ$. Оставшийся угол $7,36^\circ$ зарастает и не виден у этого двойника. К ростовым двойникам можно отнести псевдотетраэдрические кристаллы шпинели (рис. 2,б), форма которых обусловлена двойникованием двух соседних (через вершину) граней октаэдра в виде узких зон, прилегающих к граням (плоскости двойникования указаны стрелками), и при росте кристалла входящими углами он приобретает тетраэдрический облик.

Двойник, изображенный на рис. 2,в, имеющий узкие зоны двойникования и двойниковые ступени на гранях октаэдров, обрывающиеся "на полпути", мы относим к механическим двойникам, хотя по принципам классификации двойников, изложенным Б.В.Чесноковым [4], они должны быть отнесены к ростовым. Наши доводы мы аргументируем тем, что этот двойник не уплощен, что обычно характерно для двойников роста, двойниующихся в одной плоскости. Сдвойникованный кристалл, изображенный на рис. 2,г, получился при сдвиге ощутимой амплитуды вдоль плоскости двойникования (пунктир) так, что виден участок кристалла, открывшийся при этом сдвиге (стрелки). Нижняя часть этого кристалла регенирировалась (ее не видно на рисунке), а верхняя - нет. На рис. 2,д показан двойник, который можно отнести к смешанному типу. Можно предположить, как он образовался: при росте монокристалла происходит частичное двойникование по одному из октаэдрических направлений, потом при дальнейшем росте место двойникования зарастает, а входящий угол сохраняется.

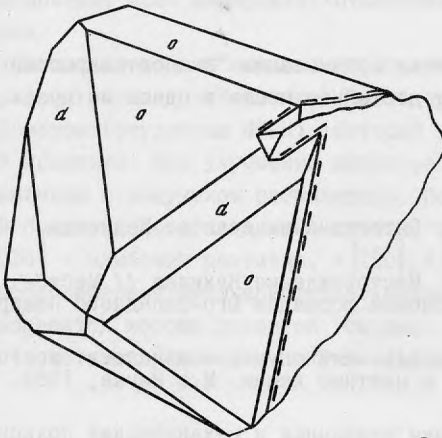
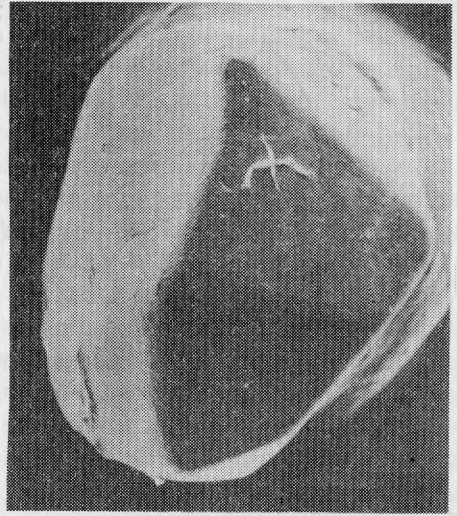
Из приведенных результатов видно, что шпинель двойниковалась на протяжении процесса роста, а также после закристаллизации пород при тектонических деформациях в них. Двойникование кристаллов шпинели сильно ухудшает ее качество как ювелирного сырья. При разбраковке кристаллов и их обломков на обогатительном участке месторождения и выявлении кондиционной и некондиционной шпинели можно воспользоваться приведенными фотографиями и рисунками.

В заключение мы приводим описание уникального кристалла благородной шпинели, найденного на месторождении Кухилал геологом Я.А.Гуревичем в августе 1985 г. Этот кристалл имеет размеры 17 см в самом длинном и 13 см в самом коротком измерении и весит около 5,7 кг. Он прозрачен, но разбит трещинами в разных направлениях, нетрещиноватые блоки имеют густую розовую окраску. Прикладным гониометром измерены углы между гранями кристалла; его стереографическая проекция и схематический рисунок представлены на рис. 3. Огранка представляет собой комбинацию граней октаэдра $\{III\}$, ромбододекаэдра $\{II0\}$ и тетрагонтриоктаэдра $\{II3\}$. Как и на большинстве реальных кристаллов, грани развиты неравномерно. Этот кристалл был извлечен из "магала" - скорлуповатой оболочки, состоящей из продуктов замещения шпинели в несколько сантиметров толщиной, поэтому грани имеют фигуры травления, а одна грань октаэдр-

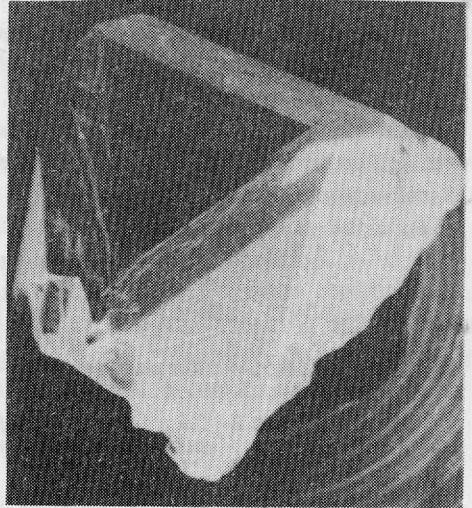




а



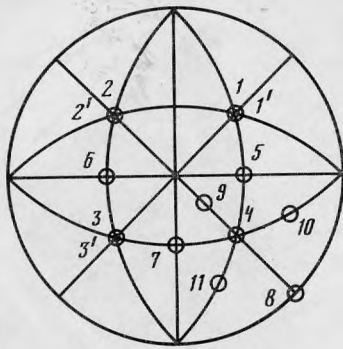
д



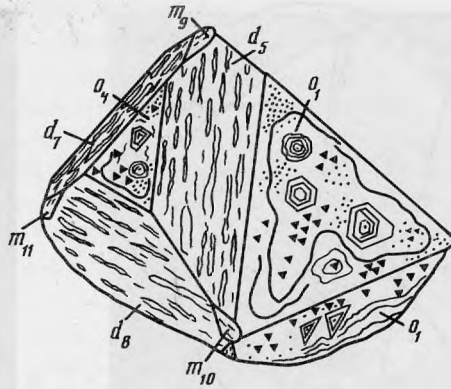
Р и с. 2. Двойники шпинели

а, б - ростовые, увел. 28 и 24 соответственно; в, г - механические, увел. 25 и 23; д - смешанный, увел. 20. На рисунках, выполненных с фото-графий, пунктиром обозначены двойниковые границы

ра полностью регенерирована (на стереографической проекции это была бы грань 4), грани I, 2, 3 регенерированы частично. Фигуры травления на гранях октаэдра - острые треугольные и тупые шестиугольные вогнутые пирамидки, на гранях ромбододекаэдра - вытянутые вдоль ребер пересечения с октаэдром неглубокие желобки, грани тетрагонтриоктаэдра имеют поверхность, сходную с ромбододекаэдром. Со стороны регенерированной грани октаэдра шпинели видна узкая полоска механического двойникования. С поверхности она имеет ширину 2-3 мм, протяженность 5-6 см и похожа на двойниковые зоны, изображенные на рис. 2, в. Распространение двойникования на весь кристалл ограничено трещинами. Можно предположить, что эта двойниковая область возникла при растрескивании кристалла.



а



б

0 2 4 6 см

Р и с. 3. Стереографическая проекция (а) и внешний вид (б) уникального кристалла шпинели

Грани октаэдра $\{111\}$ - 1, 2, 3, 4, 1', 2', 3'; грани ромбододекаэдра $\{110\}$ - 5, 6, 7, 8; грани тетрагонтриоктаэдра $\{113\}$ - 9, 10, 11

Авторы выражают признательность руководству организации "Экспорткварцсамоцветы" и надеются, что этот кристалл займет достойное место в одном из музеев нашей страны.

Л и т е р а т у р а

1. Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогенез минералов: Индивиды. М.: Наука, 1975. 338 с.
2. Киселев В.И., Буданов В.И. Месторождение Кухилал // Месторождения докембрийской магнезиально-скарновой формации Юго-Западного Памира. Душанбе: Дониш, 1986. С. 64-107.
3. Колесникова Т.А. Благородная шпинель, клиногумит и манассеит месторождения Кухилал (Памир) // Драгоценные и цветные камни. М.: Наука, 1980. С. 181-189.
4. Чесноков Б.В. К вопросу об отличии первичных и механических полисинтетических двойников // Онтогенетические методы изучения минералов. М.: Наука, 1970.
5. Яковлевская Т.А. Шпинель // Минералы. М.: Наука, 1967. Т. 2, вып. 3. С. 24-33.
6. B o l d s c h m i d t V. Atlas der Kristallformen. 1922. Bd.8. S. 70-72.

УДК 549.6

В.Ю.Карпенко, К.И.Игнатенко

БАВИНГТОНИТ ИЗ ПЕРВОМАЙСКОГО КАРЬЕРА В КРЫМУ

Первомайский карьер близ с. Скалистого (район Симферополя) - минералогический очень интересный объект. Однако ему посвящены всего две работы: это описание пумпеллиита [7] и датолита [4]. В них также отмечаются апофиллит, пренит, актинолит, альбит, кальцит, хлорит.

Карьер заложен на лакколитовом теле диорит-порфирита, прорывающем толщу аргиллитов таврической серии (T_3-J_2). Размеры тела в поперечнике около 70 м.