

ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Барнов Николай Георгиевич

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ПРЕДПОСЫЛКИ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ РУБИНА В МРАМОРАХ НА  
ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СНЕЖНОЕ  
(ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПАМИР)

Специальность 25.00.11 – Геология, поиски и разведка твердых полезных  
ископаемых, минерагения

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Москва – 2010

Работа выполнена в лаборатории минеральных ресурсов и природопользования  
Липецкого Государственного Педагогического Университета, г.Липецк

**Научный руководитель:** доктор геолого-минералогических наук,

А.К. Литвиненко

**Официальные оппоненты:** доктор геолого-минералогических наук, академик  
РАЕН, профессор П.А. Игнатов (РГГРУ им. С.  
Орджоникидзе, г. Москва)

кандидат геолого-минералогических наук,

В.И. Кузьмин (ФГУП ВИМС им. Н.М.

Федоровского, г. Москва)

**Ведущая организация:** ФГУП «Центркваец» г. Москва

Защита состоится 21 октября в 13 часов на заседании специализированного  
совета Д. 212.121.04 по защите диссертаций при Российском Государственном  
Геолого-разведочном Университете по адресу: 117997, Москва, ГСП-7, ул.  
Миклухо-Маклая, д.23, в аудитории 5-48.

Отзывы и замечания на автореферат в 2-х экземплярах, заверенных печатью  
учреждения, просим направлять по адресу: 117997, Москва, ГСП-7, ул.  
Миклухо-Маклая, д.23, геолого-разведочный факультет, ученому секретарю  
А.И. Бобкову. телефон.(495)433-64-22 (11-40) e-mail: [kaf-gmpi@rambler.ru](mailto:kaf-gmpi@rambler.ru) .  
[darnov@inbox.ru](mailto:darnov@inbox.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке РГГРУ

Автореферат разослан « 18 » сентября 2010г.

Ученый секретарь

специализированного совета,

кандидат геолого-минералогических наук



Бобков А.И.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Последнее десятилетие существования СССР ознаменовалось важнейшим геологическим событием – открытием месторождения рубина Снежное (Центральный Памир, Республика Таджикистан). В последующие годы оно было оценено как крупное месторождение. Тем самым было опровергнуто считавшееся ранее представление о том, что «в СССР крупных месторождений ювелирного корунда пока не выявлено» (Киевленко и др., 1982, с.31). Данное открытие явилось результатом целенаправленного научного минерагенического прогноза, основанного на геологическом сходстве района исследований и рубиноносных районов Центральной Азии, преимущественно, в Северо-Восточном Афганистане. В этом государстве в 60-90-х годах прошедшего столетия советскими геологами проводились масштабные региональные геологические работы. Одними из них были поисково-оценочные работы на рубиновом месторождении Джегдаллек, давшие ценную научную информацию, послужившую основой для прогнозирования и последующего открытия на территории Таджикистана (бывшая республика СССР) месторождения Снежное и других камнесамоцветных объектов.

Новый рубиноносный район ограничен контурами музкольской метаморфической серии ( $PR_1$ ), её сарыджилгинской свитой, в разрезе которой присутствуют наиболее благоприятные для локализации рубина горизонты пород.

Расширение перспектив рубиноносности за счет глубоких горизонтов месторождения Снежное, поиски и оценка новых месторождений в разрезах карбонатных пород музкольской метаморфической серии, в том числе и не выходящих на поверхность, поиски россыпных месторождений рубина в благоприятных геоморфологических условиях, поиски новых типов месторождений самоцвета представляется важной минерагенической проблемой сегодняшнего времени.

**Цель и задачи.** Целью исследования является – обоснование осадочно-метаморфической природы месторождения Снежное, предопределившей параметры промышленной рубиноносности. Для её достижения сформулированы следующие задачи:

- 1) Определить структурно-вещественные и генетические особенности месторождения Снежное;
- 2) Выявить формационную принадлежность рубиновой минерализации и увязать её с аналогичными известными крупными месторождениями;
- 3) Установить первичный источник вещества рубиновой минерализации и условия её образования и преобразования;
- 4) Разработать геологические критерии и признаки на исследуемую рубиновую минерализацию.

**Фактический материал** работы основан на результатах поисковых, тематических и поисково-оценочных работ, проводившихся на месторождении Снежное и на аналогичных проявлениях на протяжении последних двадцати

лет. Автор с 2006 года принимает участие в научно-исследовательских работах по Договору между Липецким Государственным педагогическим университетом и экспедицией «Чамаст» (бывшая экспедиция «Памиркварцсамоцветы»). В ходе полевых исследований автором литолого-петрографическими методами был изучен разрез рубиноносной сарыджилгинской свиты, её взаимоотношения с подстилающими и перекрывающими свитами музкольской метаморфической серии. На основании этого была составлена геологическая карта месторождения Снежное. Камеральные работы сопровождались минералого-петрографическими и геохимическими исследованиями рубиноносных и вмещающих пород, а также отдельные качественные признаки рубина. Автором просмотрены под биноклем около 40 минералогических проб (протолок), 50 шлифов, проанализировано 9 дифрактограм сложных в диагностике минералов и рубина определены физические свойства (габитус, степень прозрачности, показатель преломления, количество и качество включений, плотность и др.) рубина и сопровождающих его минералов.

**Научная новизна.** 1) Впервые с позиции осадочно-метаморфической гипотезы рассмотрены проблемы геологии и генезиса месторождения рубина. 2) Обосновано выделение нового промышленно-генетического типа месторождений в кальцитовых мраморах и кальцифирах, относящихся к метаморфогенному генетическому классу. 3) Составлена оригинальная геологическая карта месторождения Снежное, отражающая генетические особенности самоцвета. 4) Установлено генетическое сходство между месторождением Снежное и крупнейшими месторождениями Джегдаллек, Хунза, Таплиджунг и Могок. 5) Выявлены закономерности размещения месторождений рубина во времени и пространстве.

**Практическое значение.** Поисковые критерии рубиновых месторождений рубин-мраморно формации, разработанные автором, одобрены и приняты экспедицией «Чамаст» в качестве методической основы для расширения ресурсной базы рубиновых месторождений на Памире при дальнейших поисковых работах. Они могут быть использованы также при прогнозировании перспективных на данный самоцвет территорий и при поисково-оценочных работах на территории Российской Федерации. Автором предложен для поисков слепых рубиноносных залежей метод изучения акцессорной рубиновой минерализации в мраморах и выделена перспективная на рубин тектоническая структура в зоне Центрального Памира.

**Публикации и апробация результатов.** По теме диссертации опубликовано 6 статей и тезисы 3-х докладов. Материалы диссертации обсуждались на заседаниях НТС экспедиции «Чамаст», а также в Департаменте Минеральных ресурсов и драгоценных металлов Министерства промышленности Республики Таджикистан.

**Структура и объём работы.** Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка литературы из наименований, 20 рисунков, 12 таблиц, общим объемом 128 страниц.

**Благодарности.** Работа выполнена в лаборатории минеральных ресурсов и природопользования Липецкого Государственного педагогического университета. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю Литвиненко Андрею Кимовичу, сотрудникам кафедры географии, Главному геологу экспедиции «Чамаст» Республика Таджикистан Журавлеву Николаю Николаевичу и всем памирским геологам, которые с большим вниманием и терпением относились к вопросам автора. Автор испытывает глубокую признательность за помощь в обсуждении работы профессорам РГГРУ им. С. Орджоникидзе А.А. Верчебе, Г.Н.Пилипенко, Б.И. Пирогову, Е.П. Мельникову, Ю.П. Солодовой и всем знакомым геологам, причастным к созданию данной работы.

#### **Защищаемые положения.**

1) Месторождение Снежное приурочено к мраморам сарыджилгинской свиты музкольской метаморфической серии (PR<sub>1</sub>). Серия представляет собой часть обнаженного докембрийского фундамента киммерийской складчатой зоны Центрального Памира. Породы фундамента сформировали Музкол-Рангульский антиклинорий – рубиноносную структуру.

2) Промышленная минерализация рубиноносной зоны месторождения Снежное располагается согласно напластованию мраморов и прослежена по простиранию на 290 и по падению на 30 метров. Её мощность составляет от нескольких см до 0,6 м, средняя – 0,15 м. Она приурочена к слабо волнистой поверхности напластования мраморов, которая контролирует размещение рубиновой минерализации.

3) Рубиновая минерализация представлена двумя типами: 1-й – мономинеральный и 2-й – полиминеральный (флогопит, мусковит, фуксит, плагиоклаз, скаполит, графит, минералы титана: сфен и рутил). Источником вещества для её образования послужили высоко глиноземистые, Cr и Ti содержащие осадки, которые по петрохимическим и структурным особенностям автор относит к бокситоподобным образованиям.

Полициклический метаморфизм высокотемпературной амфиболитовой фации (1-й цикл) и эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фации (2-й цикл) преобразовали их в рубиноносные залежи.

#### **СТРУКТУРА И ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Работа состоит из введения, 4-х глав, заключения и списка литературы из 79 работ. Она иллюстрирована 20 рисунками и включает 12 таблиц, содержащих химические составы минералов и горных пород. Общий объем работы составляет 128 страниц машинописного текста.

**Первое защищаемое положение.** Месторождение Снежное приурочено к мраморам сарыджилгинской свиты музкольской метаморфической серии (PR<sub>1</sub>). Серия представляет собой часть обнаженного докембрийского фундамента киммерийской складчатой зоны Центрального Памира. Породы фундамента сформировали Музкол-Рангульский антиклинорий – рубиноносную структуру.

Центральный Памир наряду с другими тектоническими зонами: Юго-Восточным и Юго-Западным Памиром, объединяются в границах киммерийской складчатой системы Южного Памира (Бархатов, 1963). В глобальном плане Памир входит в состав Средиземноморского герцинско-альпийского складчатого пояса. Он располагается на крайнем восточном фланге пояса, на его стыке с Тихоокеанским альпийским поясом (Твалчрелидзе, 1976).

Центральный Памир – сложное складчато-глыбовое сооружение, прослеживающееся через весь Памир в виде широтно ориентированной полосы с дугообразным изгибом к северу (рис. 1). Ширина ее до 50 км, протяженность в границах Республики Таджикистан более 350 км. Границами зоны на севере и юге служат глубинные разломы, соответственно, Ванч-Акбайтальский, отделяющий ее от герцинид Северного Памира, и Рушанско-Пшартский – от киммерид Юго-Восточного и архея Юго-Западного Памира. Это важнейшие

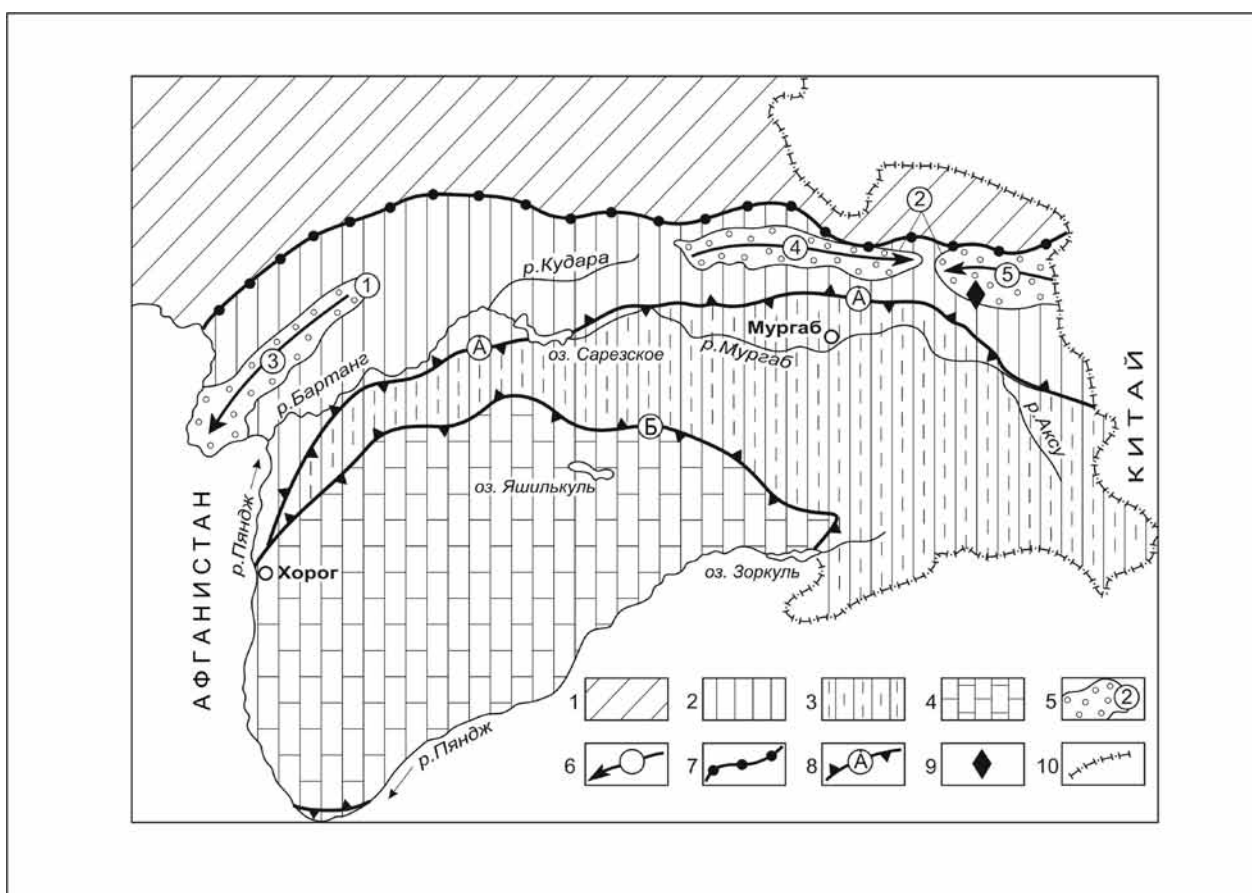


Рис.1. Тектоническая схема Памира (Бархатов, 1963) с небольшими изменениями и дополнениями автора.

1 – герцинская Северопамирская складчатая система. 2-4 – тектонические зоны в киммерийской Южнопамирской складчатой системе: 2 – Центральный Памир, 3 – Юго-Восточный Памир, 4 – Юго-Западный Памир. 5 – фундамент Центрального Памира, цифры в кружках (1-2) метаморфические серии: 1 – шипадская, 2 – музкользская. 6 – антиклинории, стрелка указывает направление погружения шарнира: 3 – Ванч-Язгулемский, 4-5 – Музкол-Рангульский: 4 – Сарымулинская и 5 – Шатпутская антиклинали. 7 – разломы между складчатыми системами, Ванч-Акбайтальский. 8 – разломы между тектоническими зонами (А,Б): А – Рушанско-Пшартский, Б – Гунт-Аличурский. 9 – месторождение Снежное. 10 – государственная граница на востоке проходит по осевой части Сарыкольского хребта.

разрывные долгоживущие структуры региона. Они протягиваются за рамки карты на сотни километров на запад (в Афганистан) и на восток (в Китай).

Главным структурным элементом восточного фланга Центрального Памира является Музкол-Рангульский антиклинорий (рис. 1), относящийся к типу необращенных первичных структур, наследующих древнее геоантиклинальное поднятие (Бархатов, 1963). Антиклинорий построен метаморфическими породами музкольской серии, ограниченными с севера и юга краевыми разломами (рис. 2). В связи с этим для него более применим термин горст-антиклинорий. Вдоль его северной границы на него надвинут Акбайтальский синклинорий. Это сложная приразломная структура - пакет тектонических чешуй, сложенных фрагментами почти всех фанерозойских систем: от кембрия до неогена.

Вдоль южной границы антиклинорий взброшен на толщи разновозрастных пород: от ордовика до юры включительно (Пшартский антиклинорий). На всем протяжении, более 150 км, антиклинорий представляет собой относительно простую, широтно вытянутую, антиклинальную структуру асимметричного строения. Для него характерны широкий пологий, местами почти горизонтальный свод и крутые крылья (рис. 2). Причем южное крыло значительно круче северного. Углы падения пород в южном крыле -  $50-80^\circ$ , в северном -  $35-60^\circ$ . Крылья, особенно южное крыло, осложнены складками более мелкого порядка, в том числе и изоклинальными, флексурами и др. нарушениями.

Примерно в центральной части антиклинорий перекрыт узкой меридианально ориентированной перемышкой палеозой-мезозойских пород, разделяющей его на две половины: западную – Сарымулинская антиклиналь (соответственно Сарымулинский тектонический блок) и восточную – Шатпутская антиклиналь (Шатпутский блок). Шарниры антиклиналей погружаются навстречу друг другу (рис. 1). Вследствие этого они отличаются различным уровнем эродированности. Наиболее глубоко вскрыта восточная половина Шатпутского блока. В своде антиклинали обнажаются наиболее глубоко метаморфизованные породы и массивы палингенно-анатектических гранитов шатпутского и зорбурулюкского комплексов (рис. 2). Наименее эродированными, и соответственно, менее метаморфизованными, являются породы на периклинальном замыкании шарниров антиклиналей, наблюдаемые в районе перемышки палеозой-мезозойских пород (рис. 2).

Породы музкольской метаморфической серии характеризуются крутыми наклонами пластов в  $40-70^\circ$  и больше. Иногда в них наблюдается изоклинальная складчатость. Разрывные нарушения – редки. Важное значение для прогнозирования в регионе новых месторождений рубина и других самоцветов имеет однотипная с Музкол-Рангульским антиклинорием структура - Ванч-Язгулемский антиклинорий. Он расположен в западной части Центрального Памира (рис. 1). В его строении принимают участие 2-е метаморфические серии: шипадская ( $PR_1$ ) и ванч-язгулемская (RF). В составе шипадской серии преобладают гнейсы, кристаллические сланцы,

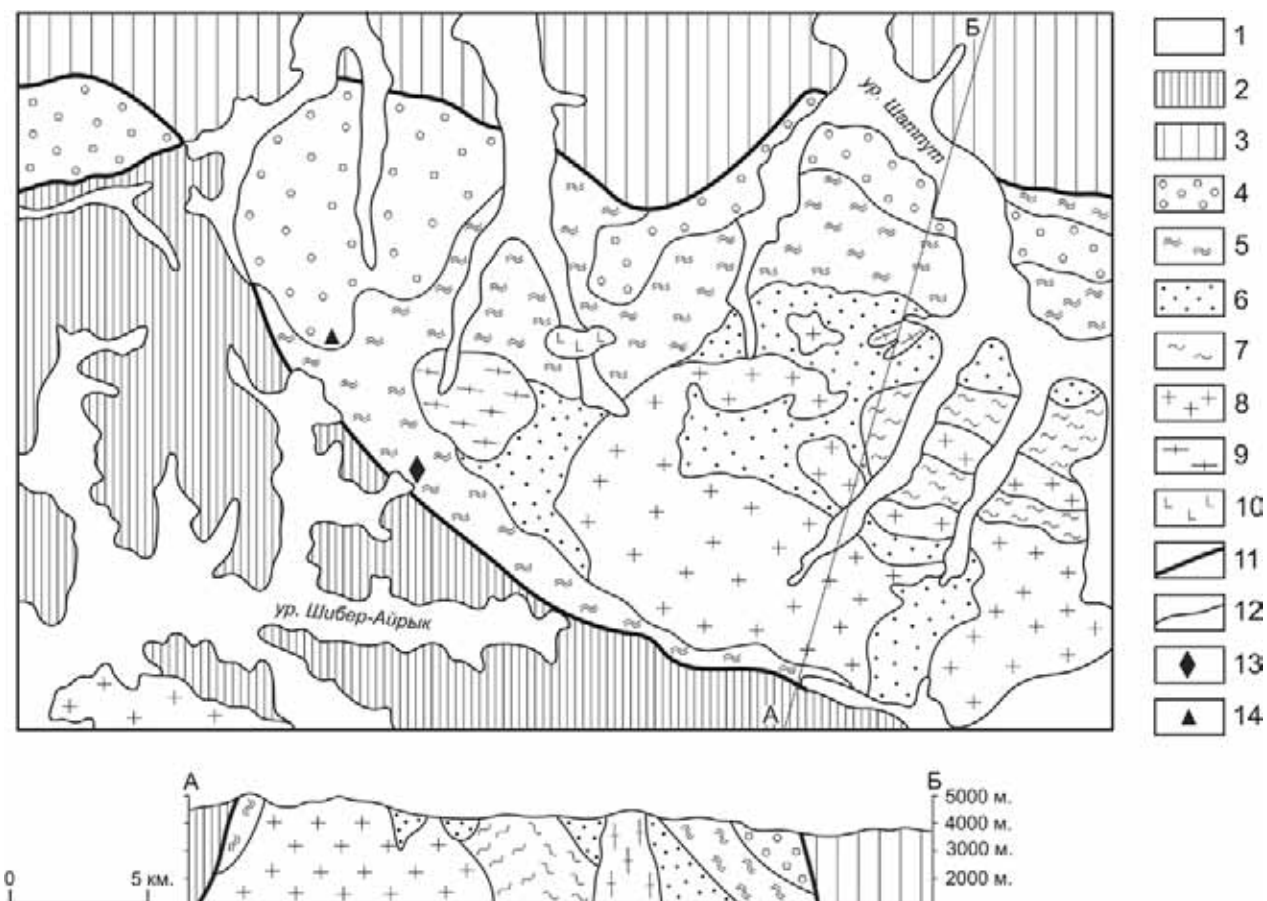


Рис.2. Обзорная геологическая карта района работ, составлена на основе карты J-43-XV, масштаба 1:200000, Г.Г.Мельника (1964).

1 – рыхлые (Q<sub>III+IV</sub>) отложения. 2 – MZ (T-J) группа: известняки, мергели, сланцы, песчаники, конгломераты. 3 – PZ (Є-P) группа: сланцы, песчаники, кварциты, известняки, мраморизованные известняки, мраморы. 4-7 – музкользкая метаморфическая серия (PR<sub>1</sub>), свиты: 4 – бурулюкская, 5 – сарыджилгинская, 6 – белеутинская, 7 – сарыджилгинская. 8-10 – интрузивные комплексы: 8 – шатпутский (P) гранитный, 9 – зорбурулюкский (PR) гнейсо-гранитный, 10 – кукуртский пироксенит-габбровый. 11 – глубинные разломы. 12 – контуры геологических тел. 13 – месторождение Снежное. 14 – самая высокая вершина, гора Тау, 5053,3м.



кварциты и мраморы, обильно насыщенные пласто- и линзообразными гранито-гнейсами и лейкократовыми гранитами. Неполная мощность серии - 1000 м. В ванч-язгулемской серии выделяются мраморы кальцитового и доломитового состава, сланцы и кварциты. Мощность серии около 4000 м. Если для шипадской серии характерен метаморфизм высокотемпературной амфиболитовой фации, то для ванч-язгулемской – алмандиновой ступени зеленых сланцев.

Для рассматриваемых антиклинориев характерной чертой являются крупные тела альпийских гранитоидов, которые как бы проплавливают их своды. Гранитоиды в сводах антиклинориев являются своеобразными центрами метаморфической зональности. От них по направлению к периферии структур степень метаморфизма понижается от амфиболитовой до эпидот-амфиболитовой и далее к зеленосланцевой фациям в палеозойских породах обрамления.

Месторождение рубина Снежное локализовано в кальцитовых мраморах сарыджилгинской метаморфической серии ( $PR_1$ ), слагающей юго-западное крыло Шатпутской брахиантиклинали. На этом участке, в разрезе свиты, закартировано 5 пачек мраморов мощностью от 150-180 до 250-300 м (Курилин и др., Отчет ГРП, 1991). В составе каждой пачки преобладают кальцитовые и доломит-кальцитовые мраморы, чередующиеся с прослоями кристаллических сланцев, гнейсов, редко кварцитов, диопсид-скаполитовых пород и др. Диопсид-скаполитовые породы залегают как в стратифицированных, так и в контактах интрузивных пород. В первом случае их мощность может достигать десятков метров (рис. 3), а во втором – десятков сантиметров.

Интрузивные породы сравнительно редки. Они представлены небольшими, преимущественно согласными телами изометричной, овальной или неправильной формы (рис. 3), сложенные лейкократовыми пегматоидными гранитами, а также пегматитами шатпутского комплекса (Р). Породы сарыджилгинской свиты в юго-западном крыле брахиантиклинали залегают в виде крутопадающей ( $45-85^\circ$ ) в юго-западных и западных румбах ( $200-270^\circ$ ) моноклинали, прослеживающейся с юго-востока на северо-запад на расстояние более 12 км. Моноклираль осложнена изоклиальной складчатостью, будинажем, флексурами и разрывами, затушевавшими истинную мощность свиты. Разрывные нарушения представлены согласными и секущими сбросами и взбросами, выраженными зонами дробления, повышенной трещиноватостью и рассланцеванием пород. Нередко они «залечиваются» дайками и жилами гранитоидов и пегматитов. Шарнир брахиантиклинали погружается с востока на запад (рис. 1). В этом же направлении заметно увеличивается ширина выхода на поверхность сарыджилгинской свиты (рис. 2).

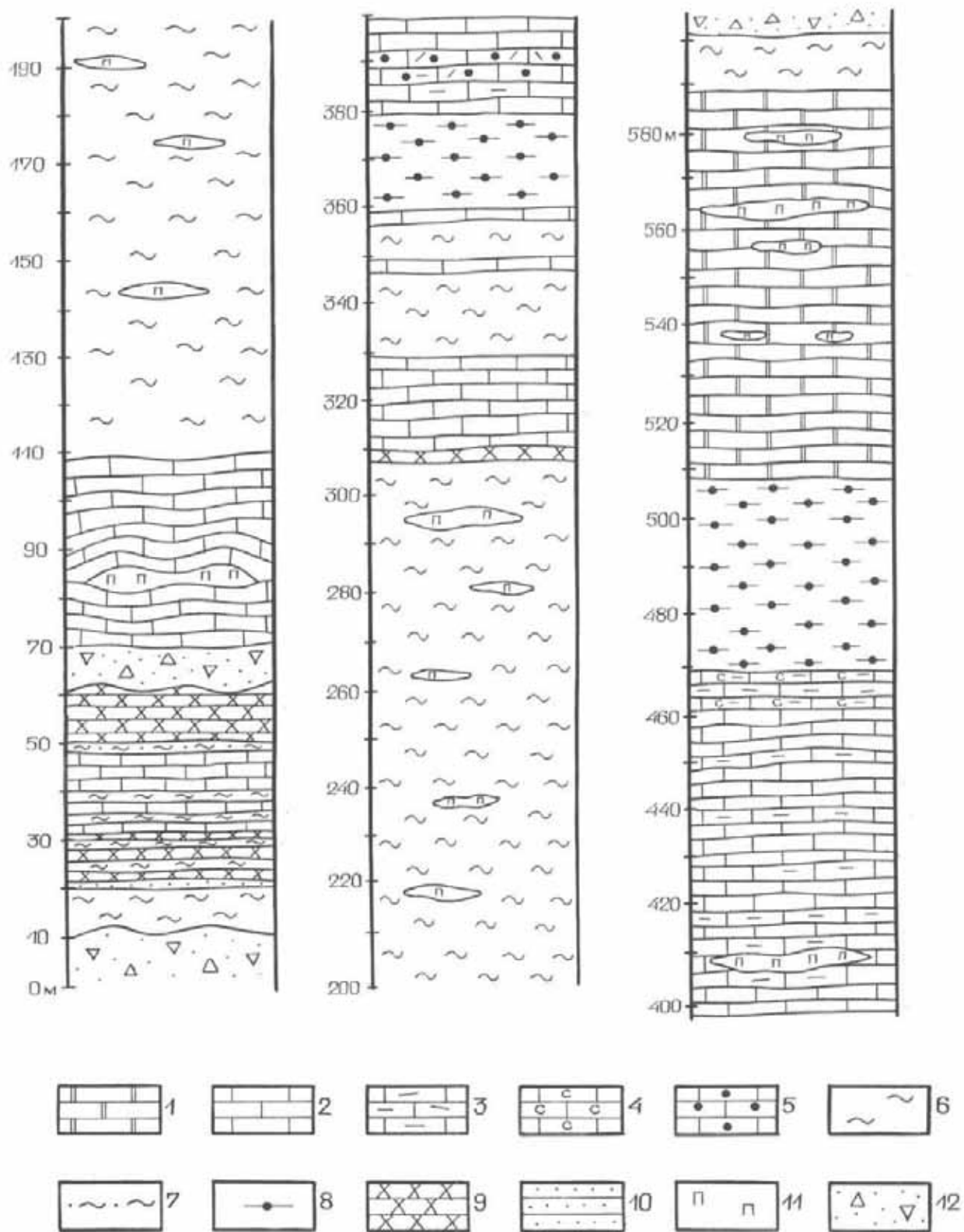


Рис. 3. Геологический разрез сарыджилгинской свиты на западном фланге месторождений Снежное.

1-5 – разновидности мраморов: 1 – массивные, светлые; 2 – средне-крупнозернистые, слабополосчатые, сахаровидные; 3 – с флогопитом; 4 – со скаполитом; 5 – с рубином. 6-9 – кристаллические сланцы: 6 – гранат-двуслюдяные с графитом; 7 – мелкозернистые, черные; 8 – биотит-гранат-кианитовые. 9 – диопсид-скаполитовые породы. 10 – метапесчаники. 11 – пегматиты. 12 – современные рыхлые отложения.

Второе защищаемое положение. **Промышленная минерализация рубиноносной зоны месторождения Снежное располагается согласно напластованию мраморов и прослежена по простиранию на 290 и по падению на 30 метров. Её мощность составляет от нескольких сантиметров до 0,6 м, средняя – 0,15 м. Она приурочена к слабоволнистой поверхности напластования мраморов, которая контролирует размещение рубиновой минерализации.**

Месторождение приурочено ко второй снизу пачке мраморов, чередующихся с прослоями биотитовых, биотит-кианитовых, биотит-гранатовых кристаллических сланцев и гнейсов (рис. 4). Пласт рубиноносных мраморов залегает среди биотит-гранат-кианитовых кристаллических сланцев темного цвета. Рудовмещающие мраморы средне- и крупнозернистые, полосчатые, грубослоистые, окрашены от темно-серого до светло-серого, белого, иногда желтоватого цвета. Состав преимущественно кальцитовый, мощность до 100 м. Содержание MgO в висячем и лежащем боках мраморов, вмещающих рубиноносную зону, составляет соответственно 1,2 и 2,7 мас.%. Порода в приконтактных частях становится более крупнозернистой и приобретает более светлую окраску. Особенностью мраморов висячего бока является запах сероводорода, ощущаемый при их раскалывании. Общее направление падения мраморной пачки юго-западное, углы падения крутые - 60-65°. Круто наклонные стенки карьера (рис. 3), пройденного на месторождении к сегодняшнему дню, повторяют поверхности напластования мраморов.

Рубины сосредоточены в двух продуктивных (по терминологии разведчиков) зонах: Верхней и Нижней (рис. 4). Они залегают параллельно друг другу, прослеживаясь на расстояние в сотни метров, и отделены мраморно-кристаллосланцевой толщей мощностью около 100 м.

*Верхняя зона*, основная продуктивная зона месторождения, прослежена по простиранию на 290 м, по падению на 30 м. В естественном эрозионном срезе протягивается на глубину 150 м. Она представляет согласное внутрипластовое тело крайне изменчивой мощности, варьирующей от 0,0 до нескольких см и от нескольких см до 0,5-0,6 м, редко до 1 м. Протяженность участков зоны средней мощности (0,15м) по простиранию и падению - от нескольких до 25 м. В целом зона имеет форму вытянутой по простиранию чётковидной залежи, в которой неравномерно чередуются раздувы с пережимами.

Рубин в продуктивной зоне ассоциирует со слюдами: ярко-зеленым фукситом, бесцветным мусковитом (серицитом), светло-коричневым флогопитом, суммарное количество которых колеблется в широких пределах - до 70% объема зоны. Помимо слюд породообразующими минералами зоны являются скаполит, плагиоклаз, графит, более редкие: рутил, сфен, пирит, турмалин и аксессуарные – циркон, ксенотим, монацит и апатит. Разведчиками отмечаются линзообразные скопления глинистого вещества (предположительно - каолиновой глины).

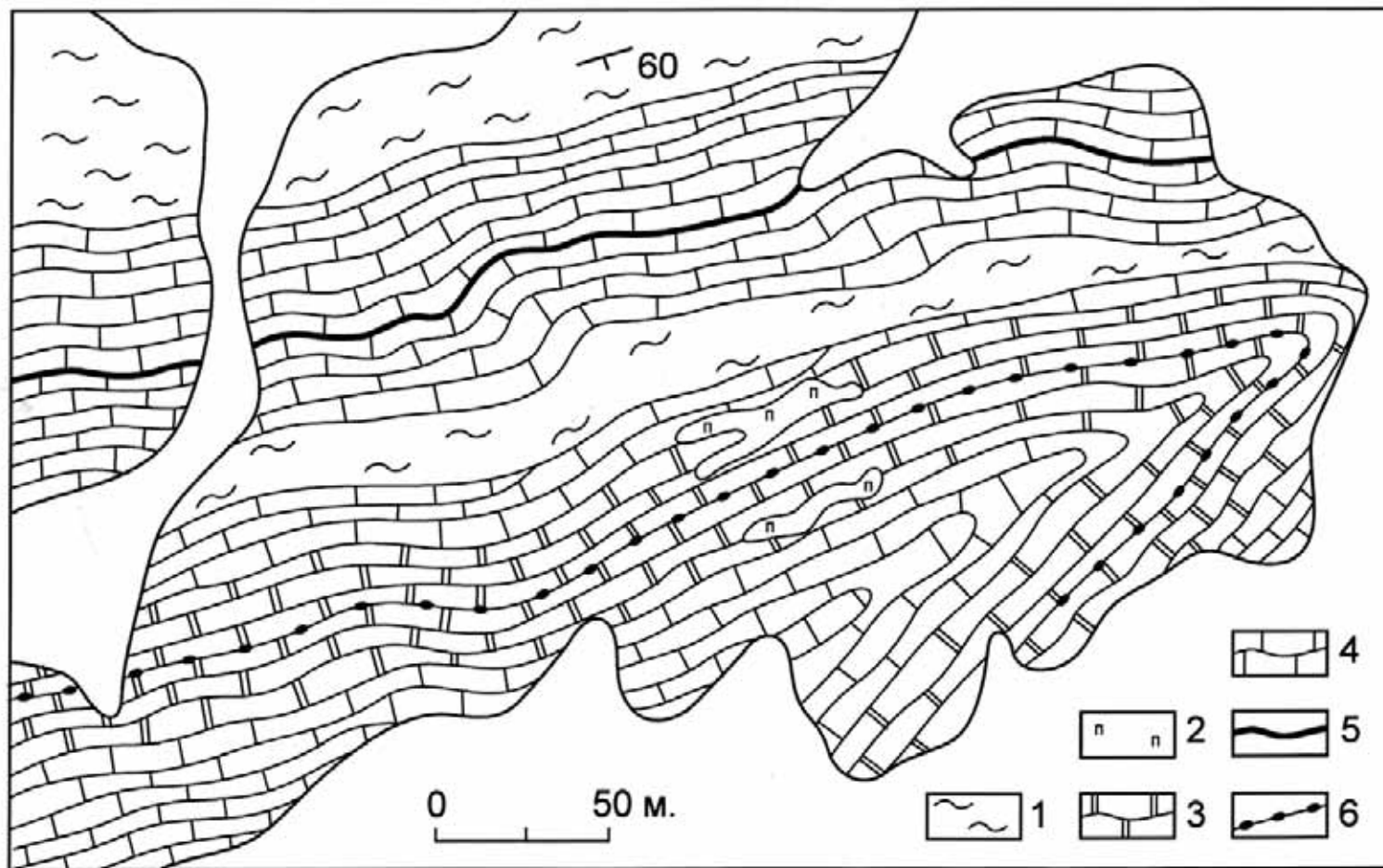


Рис. 4. Геологический план месторождения Снежное (составлен с использованием материалов Э.А. Дмитриева).  
 1 – кристаллические сланцы. 2 – пегматиты. 3-4 – мраморы: 3 – кальцитовые, 4 – доломитовые. 5-6 – рубиноносные продуктивные зоны: 5 – Верхняя, 6 – Нижняя.

Чешуйки слюд ориентированы параллельно контактам зоны, подчеркивая слоистую, точнее сланцеватую текстуру рубиноносной зоны. Кристаллы самоцвета распределены неравномерно. Наибольшее их количество располагается в раздувах зоны. Они ориентированы по отношению к контактам по-разному: то перпендикулярно, то параллельно, то диагонально и как бы разрезают сланцеватость (рис. 6).

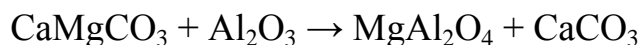
Количество корунда-сырца, извлекаемого из одного «гнезда» (раздува зоны), колеблется от 20 г до 50 кг. Выход кондиционного (ювелирного и кабошонного) материала из корунда-сырца от 0 до 10%, в среднем 0,9%. Ценность месторождения значительно повышает коллекционный материал, представленный крупными кристаллами и друзами кристаллов ярко-красного корунда (рис. 9).

Вмещающие мраморы в висячем и лежащем боках продуктивной зоны заметно минерализованы. Она представлена неравномерно рассеянными вкраплениями флогопита, фуксита, флогопита, скаполита, графита и др., а также мелкими кристаллами рубина. Перечисленные минералы формируют минералогический ореол (своего рода ореол рассеяния), окаймляющий рубиноносную зону со стороны висячего и лежащего боков и прослеживающийся на некоторое расстояние вкост простирания зоны, до 12 м. Эти породы можно называть кальцифирами, по терминологии геологов, изучающих скарны.

По результатам валового опробования минерализованные мраморы с вкраплениями кристаллов рубина включены в контур блока запасов рубина категории С<sub>2</sub>, иными словами включены в контур Верхней продуктивной зоны, увеличив тем самым его мощность от 5 до 12 м, но значительно сократив содержания. Важно отметить, что вкрапления разновеликих кристаллов рубина в мраморах вне видимой связи с продуктивными зонами нередко наблюдаются во второй и четвертой (снизу) пачках мраморов (рис. 3). Чаще всего они находятся на плоскостях напластования, разделяющих слои мраморов. Иногда кристаллы сопровождаются небольшими скоплениями слюд и др. минералов. Самостоятельного промышленного значения эта минерализация в настоящее время не имеет.

*Нижняя продуктивная зона* расположена в 100 м к югу от Верхней (рис.4). Её протяженность по простиранию - 260м. Мощность с учетом ореола минерализованных мраморов до 10 м. На глубину по падению в естественном эрозионном врезе прослеживается до 50 м. Она трассирует небольшую складку в доломитовых мраморах, имеющих мощность 35-40 м. Доломиты белые крупнокристаллические массивные.

Доломитовый состав мраморов, вмещающих рубин, несколько расходится с теоретическими представлениями об устойчивости корунда в магнезиальной среде, где на его месте должна была бы образоваться шпинель по следующей схематической реакции:



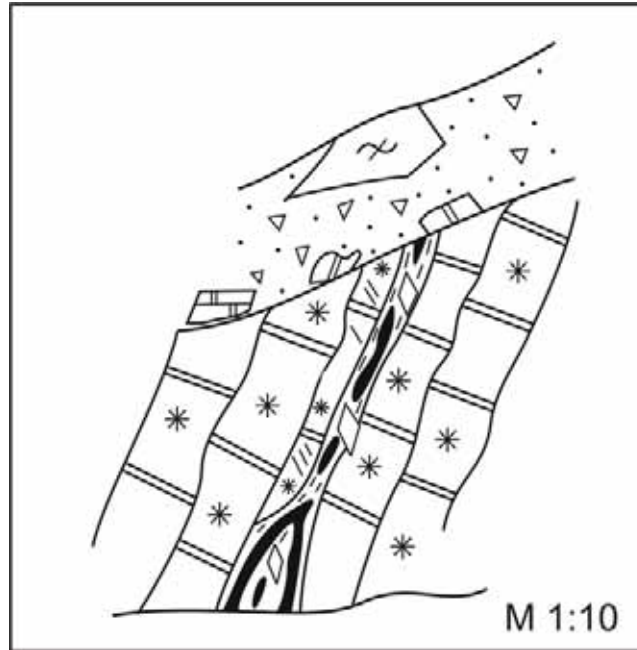


Рис. 5. Фрагмент продуктивного тела (полиминеральный тип) в канаве №6, месторождение Снежное (составлен по материалам экспедиции «Памиркварцсамоцветы», 1991)

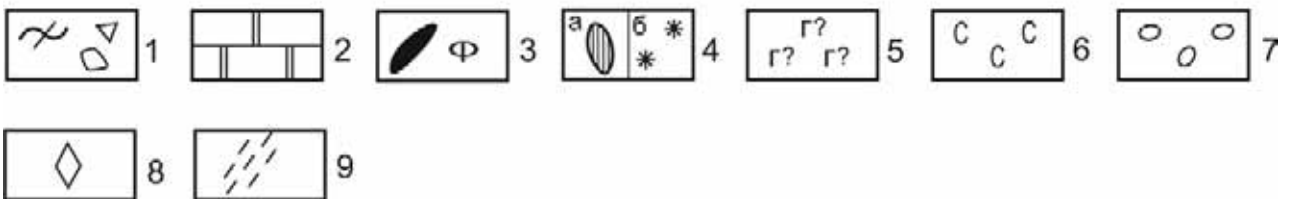
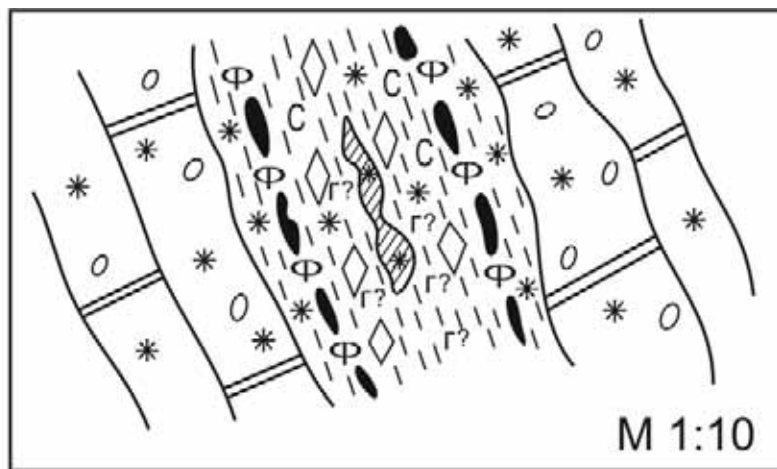


Рис. 6. Фрагмент продуктивной зоны (полиминеральный тип), главный карьер. 1 – рыхлые современные отложения. 2 – мраморы. 3 – фукситовые линзы. 4 – лимонитизация: а – прожилковая, б – вкрапленная. 5 – графитизация. 6 – скаполитизация. 7 – перекристаллизованный мрамор. 8 – рубин. 9 – интенсивная трещиноватость. Составлен по материалам экспедиции «Памиркварцсамоцветы», 1991.

Присутствия шпинели на месторождении установлено не было, поэтому приведенная реакция имеет чисто теоретический интерес. Однако устойчивость рубина в доломитовых мраморах наблюдалась также на Юго-Западном Памире, на месторождении Лянгар (Литвиненко, 1990), и в Сарымулинском блоке, на месторождении благородного корунда Яхонт.

Зона характеризуется почти мономинеральным составом. Самоцвет наблюдается по поверхностям напластования мраморов в виде одиночных кристаллов, сростков или желваков (рис. 9). Продуктивность этой зоны не изучена. По нашему мнению, она может быть самостоятельным месторождением высоко качественного коллекционного и ювелирного материала.

Форма залежей представляет собой различные конфигурации слоя. Она то расширяется, то сужается, то выклинивается. Ее положение может быть определено как внутрипластовое в мраморах (рис. 5, 6). Залежь локализуется на одной или сближенных до нескольких десятков сантиметров поверхностях. Ее средняя мощность - 15 см с расширением не более 0,5 м. Она вскрыта карьером по простиранию на 290 м и на глубину до 30 м (рис. 7). Поверхности мраморов в контакте со слюдитами часто имеют волнообразную форму. Граница между ними всегда резкая, иногда на ней наблюдаются зеркала скольжения.

Третье защищаемое положение. **Рубиновая минерализация представлена двумя типами: 1-й – мономинеральный и 2-й – полиминеральный (флогопит, мусковит, фуксит, плагиоклаз, скаполит, графит, сфен и рутил). Источником вещества для её образования послужили высоко Al, Cr и Ti осадки, которые по петрохимическим особенностям автор относит к бокситоподобным образованиям.**

**Полициклический метаморфизм высокотемпературной амфиболитовой фации (1-й цикл) и эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фации (2-й цикл) преобразовали их в рубиноносные залежи.**

Рубиноносная залежь (Верхняя зона) месторождения Снежное характеризуется ярким цветом, разнообразием структур, широким набором минералов и большой изменчивостью этих параметров.

Яркий цвет определяют: сахарно-белый и (или) черный - скаполит и плагиокла; изумрудно-зеленый и темно-желтый – слюды; черный – графит и рудные минералы; красный, различных оттенков - рубин и рутил.

Структура залежи обусловлена кристалломорфологическими формами, размерами минералов и их ориентировкой относительно контактов. Породообразующие минералы по размеру можно разделить на три группы. Первая представлена крупными (от 1 до 10 и более сантиметров) минералами (чаще всего это рубин), вторая – средними (0,5-1 см - плагиоклаз и скаполит) и третья – мелкими (0,1-0,5 см - слюды, рутил). Этот признак сильно разнообразит структуру залежи и в некоторых случаях отражает первично-осадочное строение.



Рис. 7. Карьер на месторождении Снежное, 2008 год. Слева видна поверхность напластования (указана стрелкой), контролирующая размещение Верхней продуктивной зоны



По степени кристаллографического совершенства они располагаются в том же порядке, хотя рубин в составе залежи отличается от мономинерального большей симметричностью и совершенством граней, а также лучшей сохранностью (меньшей трещиноватостью). В составе слюдитов встречаются правильные кристаллы с высокой симметричностью граней. В этой связи слюдиты необходимо рассматривать как благоприятную вмещающую среду для образования кристаллов. Это, вероятно, можно объяснить более благоприятной геохимической средой внутри слюдитов, способствующих росту кристаллов в разных направлениях и более пластичной среде, защищающей самоцвет от огромного литостатического давления, связанного с метаморфическими процессами в регионе.

Общую структуру залежи можно определить как гетеробластовую, точнее порфиробластовую. В ней выделяются участки с лепидобластовой (доминируют слюды), нематобластовой (доминируют плагиоклаз и скаполит), гелецитовой (для участков слюд, плагиоклаза и скаполита, содержащих большое количество включений графита, рутила, апатита, турмалина и др.) и пойкилобластовой (в местах скопления практически всех крупных выделений рубина, скаполита, плагиоклаза) структурами. Можно отметить, что обилие минералов определяет разнообразие структур.

Текстуры залежи также отличаются многообразием. Среди них выделяется сланцеватая, плейчатая, линзовидная, петельчатая и узловатая. Они обусловлены первично-осадочными неоднородностями, возникшими на стадии седиментации.

Минеральный состав залежи изменчив в количественном отношении. Наибольшее место в ее составе занимают слюды - до 70%. Слюдитовая часть сложена изумрудно-зеленым фукситом, бесцветным мусковитом и светло-коричневым, золотистым флогопитом. Их количественные соотношения сильно меняются как по простиранию, так и на глубину залежи. Слюдиты имеют форму тонких, хорошо очерченных чешуек со средним размером 0,1-0,5 см. Чешуи слюд ориентированы спайностью параллельно слоистости мраморов.

В значительных количествах помимо других минералов в интерстициях слюд отмечается кальцит.

Вторым в количественном отношении минеральным образованием залежи являются скаполит и плагиоклаз. Они образуют линзовидные межслюдные скопления до 2 см в поперечнике или самостоятельные, хорошо обособленные порфиробласты. В составе слюдитов они распределены неравномерно и почти всегда содержат пойкилобластовые включения слюд, карбоната, рутила, пирита и др. Скаполит образует чаще всего бесформенные выделения, но иногда он встречается в форме длиннопризматических, иногда игольчатых, белых кристаллов с зеркальными гранями призмы, с характерной продольной штриховкой. Они вытянуты вдоль сланцеватости слюдитов. Состав скаполита варьирует от 25-40 (табл. 1) до 80% мейонитовой молекулы. Плагиоклаз образует вытянутые вдоль сланцеватости слюдитов кристаллы, часто черного цвета, на гранях которых видны параллельные линии полисинтетических двойников. Черный цвет в нем определяют многочисленные минеральные

включения. Его состав отвечает 30-46% анортитовой молекулы (табл. 1). Как правило, кристаллы плагиоклаза «забиты» включениями слюд, рутила, турмалина, циркона и других минералов. В шлифах они представляют ячеистую, мозаичную структуру. Соседство скаполита с плагиоклазом автором не наблюдалось.

Самыми мелкими по размеру минералами, которые автор считает типоморфными, являются минералы титана (рутил и сфен) и графит. Из минералов титана доминирует рутил. Чаще всего он образует очень мелкие (сотые доли миллиметра) без граней, изометричные или призматические кристаллы черного цвета, но наблюдаются срезы красновато-бурого цвета. Они встречаются в виде включений в крупных минералах, формируя участки пойкилобластовых структур. Рутил также отмечается в графитовых «пленочных» выделениях размером 2x2x0,03 см.

Сфен образует две группы форм. Первая - «конвертообразные» крупные мутные порфиروبласты, которые замещены полупрозрачными вытянутыми кристаллами рутила. В отдельных шлифах их количество достигает 25-30%. Вторая группа - это микроскопические изометричные, без граней, включенные внутрь основных минералов. Сфен характеризуется высоким содержанием алюминия (табл. 1), что также подчеркивает его связь с первично богатыми глиноземом осадками.

Графит образует очень мелкие тонкие чешуйки, занимающие интерстиции в порообразующих минералах. Возможно, «пылеобразное» вещество, наблюдаемое внутри рубина и других минералов, также представлено графитом. Часто отмечаются очень тонкие пленки графита на гранях рубина или в интерстициях слюд.

Акцессорными минералами залежи являются турмалин, пирит, апатит, монацит, ксенотим и циркон. Последний представлен полуокатанными утолщенными кристаллами со следами транспортировки. В нем автором определена изоморфная примесь гафния в количестве ( $\text{HfO}_2$ ) от 0,8 до 2,0 мас.%. Циркон фиксируется внутри плагиоклаза и скаполита.

Рубин, главный, минерал слюдитовой залежи, распределяется в ее контурах очень неравномерно, составляя от 30 до 95% ее объема. Отмечаются практически мономинеральные участки залежи, мощностью 10-15 и длиной 20-50 см, сложенные тесно сросшимися кристаллами рубина. В этом случае они ориентируются удлинением вдоль слоистости мраморов. Мономинеральные обособления рубина имеют форму линз, желваков и коротких, ограниченных вертикальными поверхностями пластов.

Рубин образует кристаллы от 1 до 10 и более см по длиной оси. Часто они имеют красивый ярко-красный цвет различных оттенков.

Наиболее частыми кристаллографическими формами являются гексагональные дипирамиды, гексагональные дипирамиды, осложненные пинакоидом, вытянутые гексагональные призмы, а также уплощенные кристаллы, возникшие за счет деформации и трансформации выше перечисленных форм. Грани кристаллов часто покрыты тонкой черной органоминеральной (глинистой) пленкой толщиной в доли миллиметра.

Таблица 1

## Химические составы минералов из рубиноносных залежей

Компо- ненты	Фук- сит	Мус- ковит	Флого- пит	Флого- пит	Флого- пит	Скапо- лит	Плаги- -оклаз	Муско- -вит	Муско- -вит	Муско- -вит	Фук- сит	Фук- сит	Флого- -пит	Сфен	Сфен
Номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SiO <sub>2</sub>	45,10	47,49	32,29	37,57	42,99	53,55	59,86	46,77	47,00	45,35	46,77	45,99	40,62	39,04	32,18
TiO <sub>2</sub>	-	1,00	0,63	0,42	1,41	-	-	0,51	0,55	0,46	0,46	0,55	1,34	23,83	34,51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,81	36,14	23,20	22,71	16,08	20,70	24,99	37,16	36,78	38,02	37,43	34,52	21,88	9,52	3,89
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,50	-	-	3,20	-	-	-	-	-	-	0,43	2,29	0,40	0,31	-
MgO	-	-	19,10	18,93	24,26	-	-	-	-	0,91	0,73	0,95	19,21	-	-
FeO	2,13	-	3,00	2,74	0,48	-	-	-	-	-	-	-	3,58	-	-
CaO	-	-	0,32	-	-	7,34	6,16	0,00	0,00	-	-	-	-	26,52	29,31
Na <sub>2</sub> O	0,50	-	-	-	-	8,94	8,14	0,56	0,32	0,64	2,07	1,29	-	-	-
K <sub>2</sub> O	10,09	11,07	11,60	11,31	11,58	0,66	-	11,42	11,67	10,92	9,57	11,70	10,96	-	-
SO <sub>3</sub>						0,75									
Сумма	95,13	95,70	97,14	96,88	96,80	91,94	99,14	96,41	96,32	96,30	97,57	97,29	97,99	99,23	99,88

Примечание. Анализы (1-6) по (Дюфур и др., 2007); 7-15 – выполнены во ВСЕГЕИ, на микрозонде А.А. Антоновым из каменного материала автора.

При исследовании окраски рубинов нами было установлено, что содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в пределах шлифа из розового рубина меняется от 0,24 до 0,00 мас.%. Максимальное содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в ярко-красных кристаллах достигает 1,52 мас.%.  
|

Представленный материал позволяет обоснованно говорить о двух типах рубиновой минерализации. Первый тип образует полиминеральные линзовидные залежи слюдитов с рубином (Верхняя продуктивная зона, рис. 4). В нем самоцвет не имеет стыков с минералами мраморов (с кальцитом), отделяясь от них массой силикатных минералов (рис. 8). Второй тип представлен мономинеральным рубином. Он заключен в мраморный матрикс, контактируя с кальцитом или доломитом (рис. 9). Можно отметить, что мономинеральные обособления рубина отмечаются и в Верхней зоне, а в Нижней – встречается полиминеральный.

Автор разделяет представления К.Т.Будановой (1991) о первично-осадочной природе дометаморфического субстрата сарыджилгинской свиты, о её карбонатно-терригенном составе.

По ряду признаков можно предположить, что тектонический режим осадконакопления эпизодически менялся от геосинклинального до платформенного. Морские условия седиментации сменялись лагунными с повышенной соленостью вод. В последнем случае, в обстановке аридного климата, формировались сульфатно-карбонатные и хлоридно-сульфатные эвапоритовые осадки, в различной степени "загрязнявшие" карбонатные и терригенные части разреза сарыджилгинской свиты.

Роль первичного вещества в образовании месторождений рубина является одной из главных. Автор считает, что метаморфизм практически не изменил первоначальный химический состав осадочных пород, химизм которых демонстрируют данные таблицы 2. Эти петрохимические данные позволяют отнести первичное вещество рубиноносных залежей к бокситоподобным образованиям.

На диаграмме ФАК А.А. Предовского (1980), реконструирующей первичный состав метаморфических пород, химические составы рубиноносных метаморфических пород (табл. 7) будут соответствовать бокситовым глинам и бокситам.

Следы знаков ряби, поверхности напластования и положение между ними залежей рубиновой минерализации, состав которых соответствует бокситам и бокситоподобным осадкам, а также сероводородный запах – все это свидетельствует в пользу осадочной природы первичного, до рубинового материала.

Из малых элементов в составе слюдитов в заметных количествах отмечается Ag в 10 раз выше кларка, Li, Sr, Yb, - в 4 раза, Sc, Sn, U – в 2,5 раза, Be, Ga, La, Ce Pb, Th – в 2 раза выше кларков земной коры. На бокситовую природу рассматриваемых пород указывает смесь базальтофильных (Cr, V, Ag, Ti) и гранитофильных (Li, Sn, U и др.) элементов.



Рис. 8. Полимнеральный тип рубиновой минерализации (слюдит)



Рис. 9. Мономинеральный тип рубиновой минерализации

В подтверждение богатого глиноземом первичного субстрата является также повышенное содержание алюминия в минералах рубиновой ассоциации (табл. 1).

Геологи, проводившие поисково-оценочные работы на месторождении, считали первичным веществом рубиноносных слюдитовых залежей жилы гранитов, метасоматически измененных и превращенных в них. Е.Я. Киевленко (2001) трактует залежи Снежного как эндоскарны, возникшие в результате десиликации алюмосиликатных пород в мраморах под воздействием наложенных гидротермальных растворов. Эти породы были представлены ранее образованными плагиоклазитами (Крылова и др., 1989) или прослоями высокоглиноземистых кристаллических сланцев (неопубликованные соображения разведчика месторождения С.В. Свирида). Вышеупомянутые исследователи (Крылова и др., 1989) определили температуру образования рубина в 450-500°C.

Образование корунда и его парагенезисов М.С. Дюфур и др. (2007) рассматривают как результат «метасоматической десиликации терригенно-карбонатных пород или кристаллических сланцев». Они определяют условия корундообразования следующими рамками:  $T = 600-650^{\circ}$ ,  $P = 4-6$  кбар,  $X_{CO_2} = 0,2-0,5$  при повышенной щелочности флюида. Рубиноносные залежи Снежного Э.А. Дмитриев (1987) рассматривает как инфильтрационные метасоматиты, а Л.Н. Россовский (1987) – как результат метаморфогенно-метасоматического преобразования глинистого вещества в мраморах. Е.Н. Терехов и др. (1999) связывают генезис рубина с отложением алюминия эндогенными щелочными растворами, генерируемыми щелочными интрузиями.

Автор, развивая представления исследователей, занимающихся изучением месторождений рубина в соседних регионах (Okrusch et al., 1976; Россовский и др., 1982; Россовский, 1987; Литвиненко, 1990) видит источник вещества рубиновой залежи в стратифицированных осадочных образованиях, занимающих внутрипластовое положение в известняках. Они по составу и условиям возникновения отождествляются с бокситоподобными осадками, вещественные и генетические особенности которых рассмотрены А.К. Литвиненко (2009).

Установление бокситовых глин как материнского вещества для образования рубиноносных залежей имеет более логичную геологическую основу, нежели ранее предполагаемые исследователями источники первичного материала.

Автор рассматривает образование рубина в результате изохимического метаморфизма. Главным основанием для этого служит отсутствие какой-либо зональности в содержащих самоцвет залежах, а также многофазная минеральная ассоциация рубиноносных залежей. Метаморфизм относится к типу регионального и проявился в контурах месторождения и всей музкольской серии неоднократно.

Процессы метаморфизма затронули музкольскую серию, сарыджилгинскую свиту и соответственно месторождение Снежное по

Таблица 2

## Химические составы слюдитовых залежей и вмещающих мраморов месторождения Снежное

Номер пробы	Химические компоненты													
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO(общ.)	MgO	MnO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	П.п.п.	Сумма
С	47,41	2,63	30,64	0,84	0,96	0,01	5,32	2,10	5,08	0,08	0,03	0,05	4,51	99,65
С-5	43,60	1,87	36,40	2,03	0,84	0,02	3,81	3,36	3,84	0,14	0,03	0,05	3,76	99,75
НГ	36,67	2,70	50,10	0,86	0,05	0,01	8,31	4,04	2,75	0,07	н.о.	н.о.	4,42	99,88
НГ-1	16,08	0,90	66,36	2,77	2,05	0,01	3,27	2,31	5,17	0,04	0,01	0,08	1,59	100,64
1С	-	-	98,04	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	-	99,36
Н-Л	1,24	-	0,13	0,28	2,71	-	53,30	0,30	0,04	-	-	-	42,48	100,18
Н-В	0,57	-	0,13	0,26	1,22	-	54,90	0,30	0,02	-	-	-	42,95	100,05

Примечание. Пробы С, С-5, 1С, Н-Л, и Н-В проанализированы методом ISP-MS: С, Н-Л и Н-В – в ИГГ Уро РАН г.Екатеринбург; С-5 – в ВИМСе г.Москва, аналитик Е.П. Шевченко; НГ и НГ-1 - в химической лаборатории ИГ АН Таджикистана, аналитик Н.И.Талалуева. н.о. – не определялось, (-) – отсутствие компонента.

меньшей мере два раза. Полицикличность метаморфизма установлена радиологическим методом (Агеева и др., 1989; Дмитриев, Агеева, 1976), по геологическим взаимоотношениям магматических комплексов (Буданов, 1993) и парагенетическим анализом минералов (Буданова, 1991; Литвиненко, 1998).

**Первый тектоно-метаморфический цикл** –  $PR_2$ , 1900-1600 млн. лет (Буданов, Буданова, 1981) проявился регионально и равномерно видоизменил крупный блок земной коры.

Наиболее высокие температуры в пределах  $750-780^\circ$  и давления в 7-9 кбар оцениваются (Дюфур, Котов, 1972; Глебовицкий и др., 1981) для прогрессивной стадии цикла. Эти термодинамические условия характеризуют кианит-силлиманитовый тип метаморфических серий.

Рубиновая минерализация, на основе геологических данных и парагенетического анализа, может коррелироваться именно с первым циклом регионального метаморфизма.

**Второй тектоно-метаморфический цикл** – мезозойский (Буданов, 1993), мезо-кайнозойский (Буданова, 1991). Метаморфизм данного цикла относится к типу зонального динамотермального метаморфизма (Дюфур и др., 1972), наложенного на докембрийские комплексы в условиях эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций (Буданова, 1991). Главная особенность эндогенных процессов альпийского ( $K_2-P$  или  $P$ ) цикла заключается в грандиозных масштабах ультраметаморфогенного гранитообразования, несопоставимых с аналогичными явлениями докембрийских тектоно-метаморфических циклов, наблюдаемых в обнаженной части кристаллического фундамента. Подобные соотношения стали возможными в силу специфических условий проявления альпийского метаморфизма в докембрийских породах кристаллического основания Афгано-Южнопамирской киммерийской складчатой области (Литвиненко, 2004).

Второй цикл метаморфизма, в отличие от первого, протекал в геотектонической обстановке воздымания и обусловлен процессами орогенеза, широко затронувшими весь горно-складчатый Альпийско-Гималайский пояс.

Второй цикл метаморфизма не произвел кардинальных изменений в рубиновой минерализации. Оплавленный облик граней, высокая трещиноватость, уменьшение количеств механических включений в краевых частях самоцвета определенно свидетельствуют о воздействии этого цикла на качество рубиновой минерализации.

На рубине он проявился в форме регенерации. Многие исследователи отмечали её роль в становлении ювелирных качеств самоцветов региона (Литвиненко, Барнов, 2010). Она способствовала растворению и росту граней кристаллов, в очищении краевых частей самоцвета от механических включений, в придании им зеркального блеска, залечиванию трещин и, может быть, укрупнению зерен.

Генетическую модель месторождения рубина Снежное можно представить в виде следующей схемы. Древний магматизм → анортозиты → их выветривание → кора выветривания → перенос и седиментация продуктов коры выветривания внутри известняков близлежащего морского бассейна →



диагенез → погружение в недра, сформировавшейся толщи, прамузкольской серии → докембрийский метаморфизм (высокотемпературной амфиболитовой фации), 1-й цикл → корунд (может быть, рубин) → альпийский метаморфизм (эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций), 2-й цикл, регенерация → рубин.

### Заключение

1. В результате проведенных исследований крупного рубинового месторождения Снежное, было установлено, что оно представляет внутрипластовое лентообразное согласное тело в мраморах сарыджилгинской свиты музкольской метаморфической серии (PR<sub>1</sub>). Месторождение представлено двумя продуктивными зонами - Верхней и Нижней.

2. Верхняя продуктивная зона прослежена по простиранию на 290 м и по падению на 30 м с варьирующей мощностью от 5 до 12 м. Мощность рубиноносных слюдитовых залежей широко варьирует: от 0,00 м до 1 м, средняя – 0,15 м. Они сложены 8 породообразующими минералами: рубином, флогопитом, фукситом, мусковитом, плагиоклазом, скаполитом, сфеном (рутилом) и кальцитом. Нижняя продуктивная зона параллельна Верхней и находится в 90 м южнее. Она представлена преимущественно мономинеральным рубином, концентрирующимся по поверхности напластования доломитовых мраморов. Мощность определяется размерами кристаллов самоцвета (максимум 10-15 см), а протяженность составляет 260 м.

3. По главным параметрам месторождения (характеру изменчивости мощности и внутреннего строения рудных залежей, по крайне неравномерному содержанию полезного компонента, его количеству и качеству) оно отнесено к IV группе сложности, что серьезно влияет на его кондиции и соответственно на экономические показатели.

4. Минеральный и химический состав, условия залегания, структура и текстура свидетельствуют, что первичным веществом рубиноносных залежей являлись бокситоподобные осадки. В процессе регионального полиметаморфизма в условиях амфиболитовой и зеленосланцевой фаций они были преобразованы в многоминеральные слюдиты с рубином. Первый метаморфизм затронул бокситоподобное вещество и известняки в докембрии, а второй – в палеогене. Первый метаморфический цикл трактуется как метаморфизм погружения, а второй – как метаморфизм воздымания, обусловленный орогенезом, широко затронувшим горные породы огромной территории Альпийско-Гималайского горно-складчатого пояса..

5. Слюдиты с рубином занимают внутрипластовое положение в кальцитовых мраморах, отражая некоторый перерыв в накоплении карбонатов. Этот перерыв можно проследить по всей Туракуломинской полосе на протяжении не менее 12 км.

6. Установленная принадлежность месторождения Снежное к рубин-мраморной формации, построение его генетической модели позволили установить закономерности размещения рубина в пространстве и во времени, разработать поисковые критерии (тектонический, стратиграфический,

литолого-петрографический, минералогический и метаморфический). Полученные материалы могли бы послужить методической основой для поисков на смежных с месторождением Снежное площадях, а также для прогнозирования новых территорий. Автором в качестве перспективного на месторождения рубин-мраморной формации прогнозируется шипадская метаморфическая серия, составляющая Ванч-Язгулемский антиклинорий – структура, имеющая большое сходство с Музкол-Рангкульским антиклинорием, в границах которого локализовано месторождение Снежное.

#### ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Барнов Н.Г., Литвиненко А.К. Морфологические и морфометрические особенности рубиновой минерализации месторождения Снежное (Восточный Памир) // Горный информационно-аналитический бюллетень. МГГУ, 2010, № 07, с.57-58.
2. Барнов Н.Г., Литвиненко А.К. Генетическая модель месторождения рубина Снежное (Центриальный Памир) // Горный информационно-аналитический бюллетень. МГГУ, 2010, № 04, с.107-110.
3. Барнов Н.Г. Минеральный состав и структура месторождения рубина Снежное (Центральный Памир) // Сборник научных трудов аспирантов и соискателей. Липецк, 2010, вып. 7, ч. 1, с. 26-30.
4. Барнов Н.Г. Корунд – как полезное ископаемое // Вопросы естествознания. Липецк, 2010, вып. 16,
5. Литвиненко А.К., Барнов Н.Г. Геолого-структурная позиция месторождений рубина в мраморах Центрального Памира (Республика Таджикистан) // Горно информационно-аналитический бюллетень. МГГУ 2010, №7, с.56-57.
6. Литвиненко А.К., Мамаджанов Ю.М., Барнов Н.Г. О находке гидромагнетита на Центральном Памире. - Докл. АН Республики Таджикистан, 2009, т.52 № 9 с 705-707.
7. Литвиненко А.К., Барнов Н.Г., Чижикова Н.П., Мамаджанов Ю.М. Циклическое минералообразование в докембрии Памира. - Докл. АН Республики Таджикистан, ( в печати).
8. Литвиненко А.К., Барнов Н.Г. История памирских самоцветов. - Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2010, вып. 4, с. 70-74.
9. Литвиненко А.К., Барнов Н.Г. Генетические типы скаполита музкольской метаморфической серии (Центральный Памир). - Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. ( в печати).