

Министерство образования Российской Федерации  
Уральская государственная горно-геологическая академия

В.Н.Огородников, В.Н.Сазонов, Ю.А.Поленов

# ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МАРШРУТЫ ПО ЕКАТЕРИНБУРЖЬЮ

(коренные вопросы геологии и полезных ископаемых)

*Учебное пособие*

553/О-392/1323143



1000170167

Екатеринбург - 2001



Дуниты могут слагать крупные массы, но чаще всего подчинены в своем развитии гарцбургитам, которые иногда являются здесь единственным типом гипербазитов. Лерцолиты развиты незначительно. Пироксениты и верлиты – почти неперменная составная часть альпинотипных массивов, в особенности крупных, однако они могут и отсутствовать. Габбро обычны, иногда слагают очень крупные массивы.

С этим типом связаны крупные хромитовые залежи, содержащие осмисто-иридиевую минерализацию (Гологорский, Гребневский и др. массивы).

Гора Гологорка находится на левом берегу р. Талицы в 5 км от г. Первоуральска (см. рис. 5), возвышаясь огромной голой скалой над долиной речки.

В 1864 году в долине р. Талицы близ скалы было открыто месторождение хромистого железняка. Рудник получил название «Гологорский». Образцы гологорской хромовой руды экспонировались на Сибирско-Уральской научно-промышленной выставке, проходившей в 1887 году в г. Екатеринбурге, и получили высокую оценку.

Хромистый железняк – а его добывалось до 250 тыс. пудов в год – в основном отправлялся на экспорт. Главным потребителем была Германия. С началом первой империалистической войны акционерное общество Шайтанских горных заводов, лишившись рынка сбыта хромовой руды Гологорского месторождения, приступило к строительству химического завода. В 1915 г. гологорскую руду стали перерабатывать на Шайтанском химическом заводе (ныне «Хромпик»). Рудник действовал до 1940 г., пока не иссякли запасы сырья.

В сентябре 1941 г. в службах Гологорского рудника разместился завод «Металлист», эвакуированный из Кривого Рога, а уже через месяц действовал завод по ремонту автомобилей. В 1957 г. предприятие перепрофилировали в завод по ремонту горного оборудования, который стал выпускать буровые долота и станки для предприятий объединения «Уралруда». В 1965 г. на заводе пущен в эксплуатацию первый на Урале и второй в стране цех каменного литья, в 1980 г. – трубокаменный цех.

Месторождение хромитов размещено в серпентинизированных гипербазитах дунит-гарцбургитовой формации, локализованных в зоне Серовско-Маукского глубинного разлома. Гологорский массив имеет довольно сложную форму, меняющуюся по простирацию тела. При общей пластообразной форме падение этого тела в северной части пологое, под углом  $45-50^\circ$  на восток, в центральной части крутое, под углом  $75-80^\circ$  на восток, а южная часть испытывает некоторый поворот на запад.

По геофизическим материалам, Гологорский массив выклинивается на глубине около 1200 м. Протяженность массива по простирацию 7,5 км и мощность около 700 м. Севернее Гологорского массива серпентинитовые тела представлены серией пластообразных будинированных залежей. Длина отдельных таких тел по простирацию колеблется от 400-700 м до 2,5-3,5 км, а мощность от 20 до 75-100 м.

Внутреннее строение ультрабазитовых тел довольно однородное. Сложены они антигритовыми серпентинитами, часто брекчированными. В центральных частях массива сохраняются небольшие блоки слабо серпентинизированных дунитов и гарцбургитов. Химический состав пород Гологорского массива приведен в табл. 2.



проявляется тем интенсивнее, чем богаче рудная вкрапленность. На контактах с жилками анкерита отмечаются псевдоморфозы анкерита по роговой обманке.

Роговая обманка характеризуется плеохроизмом по  $Ng$  – грязно-зеленого цвета,  $Nm$  – голубовато-зеленого, зеленого,  $Np$  – желтовато-зеленого и светло-зеленого цветов. И.К. Латыш, В.Г. Фоминых (1960) показали, что с увеличением размера зерен роговой обманки меняется преломление от 1,666 до 1,674 по  $Ng$ , от 1,652 до 1,658 по  $Np$ ; двупреломление от 0,014 до 0,018,  $CNg$  от 22 до 16° и  $2V$  от -75 до -85°. Это связано с изменениями в химическом составе роговых обманок с понижением содержания (мас. %):  $SiO_2$  от 41,18 до 39,41;  $CaO$  от 12,34 до 11,58;  $FeO$  от 6,52 до 10,48;  $TiO_2$  от 1,76 до 2,37.

Титаномагнетитовое оруденение приурочено к южному выклиниванию горнблендитового тела. Мощность зоны оруденения в горнблендитах колеблется от 50 до 200 м. Породы, несущие промышленную вкрапленность титаномагнетитовых руд, с запада и севера ограничены безрудными горнблендитами, а с юга и востока – габбровыми породами. Граница промышленного оруденения с габбро (на востоке) резкая, а с севера и запада ввиду постепенного перехода рудных горнблендитов в безрудные носит условный характер (рис. 9).

Месторождение состоит из трех участков, названия которых даны по названиям четырех сопок, имеющих меридиональное простирание и носящих названия с севера на юг: Первая, Вторая, Третья и Четвертая Магнитки. Первая Магнитка расположена на левом берегу р.Талицы, она представляет собой небольшую возвышенность с пологими склонами, ее абсолютная отметка 320,5 м, от Второй Магнитки она отделена седловиной; Вторая Магнитка наиболее высокая из всех сопок, до разработки месторождения абсолютная отметка ее вершины была 396,6 м. Третья Магнитка является продолжением двух первых и состоит из трех разобщенных сопок с крутыми склонами; максимальная отметка ее 394,1 м. Четвертая Магнитка состоит из ряда сопок с отметками вершин 370-380 м.

Длина участков Второй, Третьей и Четвертой Магниток соответственно составляет 980, 1890 и 1600 м. Промышленное оруденение на месторождении распространяется на глубину в среднем до абсолютной отметки 200 м. Наибольшая глубина распространения руд составляет 385 м от поверхности. Для месторождения характерно наличие многочисленных участков безрудных пород среди блоков кондиционных руд. Форма безрудных участков в плане извилистая, в виде отдельных полос и изометричных выделений. Длина безрудных участков по простиранию изменяется от 30 до 100 м и более, по ширине – от 15 до 40-50 м.

Горнблендиты и рудные тела секутся дайками плагиоклазитов, чаще всего меридионального простирания с различными углами падения. Мощность даек чаще всего колеблется от десятых долей метра до 1,5 м. Минеральный состав руд: титаномагнетит, ильменит, амфибол и полевой шпат. Второстепенные минералы представлены пиритом, халькопиритом, гематитом, ковеллином, лейкоксеном, лимонитом, а также нерудными: хлоритом, эпидотом, вторичной роговой обманкой, циюзитом, гранатом, апатитом, скаполитом, кальцитом. Титаномагнетит образует неправильной формы зерна, выполняющие промежутки между зернами роговой обманки размером от 0,1 до 2 мм.



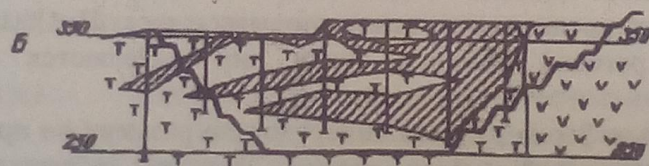
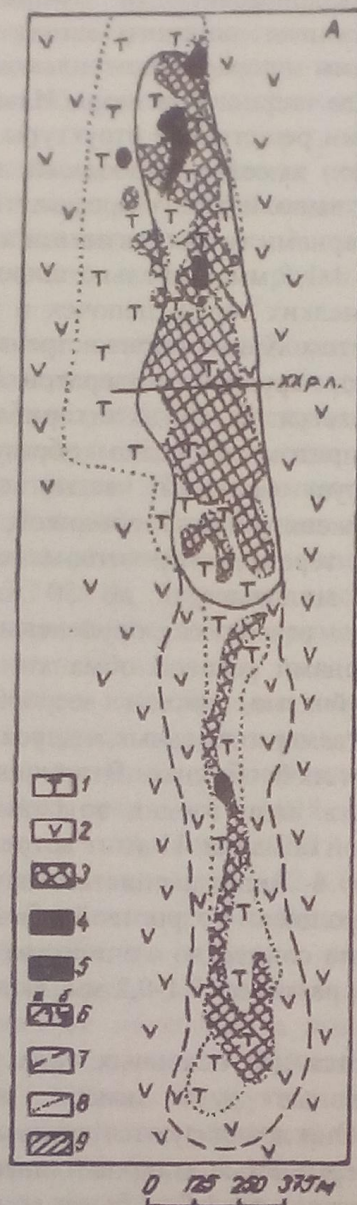


Рис. 9. Геологическая карта и поперечный разрез Первоуральского месторождения титаномagnetитовых руд.

По (Металлогения..., 1994):

1 - горнблендиты, 2 - габбро, 3 - бедные вкрапленные руды (содержание железа 14-25%), 4 - богатые вкрапленные руды (содержание железа 25-35%), 5 - сплошные руды (содержание железа более 35%), 6 - проектный контур карьера, 7 - контур перспективного карьера, 8 - геологические границы, 9 - рудное тело (на разрезе)



Основными потребителями концентрата являются Чусовской металлургический завод и Златоустовское РУ. Отходы обогащения используются предприятиями стройиндустрии Свердловской области.

### 3.3.2. Дегтярское медноколчеданное месторождение (57)

Дегтярское золотосодержащее медноколчеданное месторождение расположено в 40 км к западу от г.Екатеринбурга (см.рис.5).

Более двухсот лет назад, еще когда Акинфий Демидов строил на Урале железоделательные заводы в тех местах, где теперь город Дегтярск, жили углежоги. Они выжигали древесный уголь для ревдинских и сысертских заводов, гнали деготь и смолу, отсюда и название речки Дегтярки, которая когда-то протекала вдоль горы Лабаз (Кладовая). Гора была богата медью, серой и другими полезными ископаемыми. Углежоги Осип Малышев и Яков Пивоваров затратили много труда и времени на поиски золота в песках и речушках, окружающих Дегтярку, но вместо золота нашли железнюк. Тогда же в этих местах был найден известняк, необходимый металлургам. Первые сведения о наличии медной руды в районе Дегтярского месторождения относятся к 1890-



1901 г. Прогноз о залегании в этом районе медного колчеданного тела был сделан в 1890 году известным русским геологом академиком А. П. Карпинским.

Его освоение началось в 1911-1913 гг., когда были заложены две разведочные шахты. В 1914 г. началась эксплуатация месторождения: были пройдены еще две шахты и заложен карьер. В 1916 г. работы на руднике были приостановлены, так как произошло затоваривание рудой. Работы (только по отгрузке руды) возобновились в 1922 г. В 1925 г. рудник сдан в концессию англичанам. Ими в 1927 г. были заложены две новые шахты. В 1930 г. концессия была ликвидирована. В этом же году рудник начал функционировать, с каждым годом увеличивая производство рудного концентрата. В 1939-40 гг. построены две капитальные шахты. Это было очень кстати. Рудник успешно справлялся с заданиями военного времени. После войны многократно модернизировался, стал одним из лучших в стране. К настоящему времени месторождение отработано. В последние 15 лет было предпринято много усилий для продления «жизни» месторождения - проверены все из предложенных вариантов строения месторождения. Все оказалось тщетным. За весь период эксплуатации на месторождении добыто около 130 млн т руды, содержащей в среднем 1 меди и 1,5 мас. % цинка.

Месторождение изучалось многими специалистами. Наибольший вклад в познание его геологического строения, формы рудных тел, состава руд и околорудных метасоматитов, а также формационной принадлежности пород рудного и рудовмещающего комплексов внесли А. Н. Заварицкий, С. Н. Иванов, М. И. Меркулов, В. П. Первов, П. А. Шехтман, П. Я. Ярош, Л. И. Яковлев, Т. Г. Тресвятская, П. И. Прокуронова, И. И. Зенков и др. На Урале нет другого такого месторождения, геолого-тектоническое строение и генезис которого вызвали бы столь острые, периодически вспыхивающие дискуссии.

Оно локализовано в зоне перехода Тагильской мегазоны в Магнитогорскую, в наиболее сильно пережатой части Уральского орогена. Вблизи месторождения хорошо представлен разрез вулканогенно-осадочных пород. На западе он граничит с массивом габбро, а на востоке - с гранитным массивом (рис. 10). Серовско-Маукский субмеридиональный разлом разделяет вулканогенно-осадочный разрез на 2 блока: восточный и западный. Западный принадлежит Тагильской зоне, а восточный - Магнитогорской. Указанный разлом маркируется брекчиями, минерализованными и будинированными породами. Зона разлома включает различные породы: песчаники, известняки, сланцы, серпентиниты, туффиты и диабазы. Западный блок представлен базальтами, гиадокластитами и туфами силурийского возраста (см. рис. 10).

К востоку от разлома развиты вулканы, вулканогенно-осадочные породы и интрузивные тела предположительно девонского возраста. Здесь выделяются три толщи (в направлении с востока на запад): осадочная, вулканогенно-осадочная, вулканогенная андезито-базальтовая.

Первая толща представлена вулканокластическими песчаниками и алевролитами, известняками и яшмами, вторая - туфами и известняками, с подчиненными потоками базальтов и дацитов. Известняки, туффиты и аргиллиты образуют ритмы (отдельные породы в ритме могут по мощности колебаться от 5 до 8 м). Третья представлена преимущественно туфами и брекчиями и незначительными потоками. Все упомянутые породы сейчас сланцевые. Сланцеватость совпадает со слоистостью туфов и падает на восток под углом 60-80°.



Заканчивая характеристику Дегтярского месторождения, отметим, что его руды золотосны. Они в среднем содержат около 1 г/т Au. Мы уже отмечали (Золото..., 1993), что количества золота, получаемого на Урале эксплуатацией собственно золоторудных и колчеданных месторождений, сопоставимы.

### 3.3.3. Пильненско-Березогорское рудное поле (21)

Пильненско-Березогорское рудное поле расположено в 40 км на северо-запад от г. Екатеринбурга и в 2 км к востоку от железнодорожной станции Талица (см. рис. 5). Оно локализуется в островодужной структуре в связи с дацитовыми порфиритами известково-щелочной андезит-дацитовый формации (Червяковский, Нечеухин, Мельникова, 1975). Эти породы вытянуты в меридиональном направлении. Они довольно сильно (участками до сланцев) рассланцованы. Сланцеватость круто (угол 70 - 80°) падает на восток. На западе порфириты контактируют с серпентинитами, а на востоке - с плагитогранитами (рис. 11).

Исследование показало (Сазонов, 1984), что в дацитах располагается меридионально ориентированная зона разлома. Она затрагивает не только дациты, но и боковые породы - плагноклазовые порфириты, терригенные породы с прослоями кварцитов и др. Эта зона отчетливо контролируется указанной сланцеватостью, а также гидротермально-метасоматической переработкой пород. Первично рассматриваемый объект принадлежал к колчеданно-полиметаллическому типу, что доказывается составом околорудных метасоматитов, характером первичного геохимического ореола, составом карбонатов метасоматитов и металлогенической специализацией (Сазонов, Мурзин, 1994). Очевидно, в коллизионный этап рудное поле было трансформировано: кое-где залежи колчеданно-полиметаллического типа подверглись скарнированию; литогеохимический ореол стал полиметаллическим с золотом; появились дайки гранитоидов; участками кварц-серицитовые метасоматиты подверглись березитизации (в них развился доломит-анкерит). Околорудно-измененные породы отчетливо зональны (см. рис. 11, врезка). Зональность типична для колонок метасоматитов, относящихся к кварц-серицовой формации и развившихся по породам кислого или среднего состава (Сазонов, 1984). Местами метасоматическая зональность венчается кварцевой жилой. Жилы объекта были предметом эксплуатации на золото. Они имеют челноковидный характер и, по данным А.А.Иванова (1948), образовались выполнением полостей, которые возникли при смещении по трещинам скалывания.

Рудное поле включает два объекта: Пильненское (на севере) и Березогорское (на юге) месторождения. Первое из них известно с 1914 г. Оно эксплуатировалось вплоть до 1939 г. и было выработано шахтным способом до глубины 50 - 78 м. Рудник был закрыт потому, что содержание полезных компонентов (Cu, Zn, Pb, Au и др.) с глубины 45 - 50 м резко упало. Сразу заметим, что с оценкой перспектив на глубину Пильненско-Березогорского объекта не все так просто. Дело в том, что в 70-х гг. в южной части последнего на глубине около 500 м подсечен интервал минерализованных кварц-серицитовых сланцев с промышленным содержанием (более 3 г/т) золота.



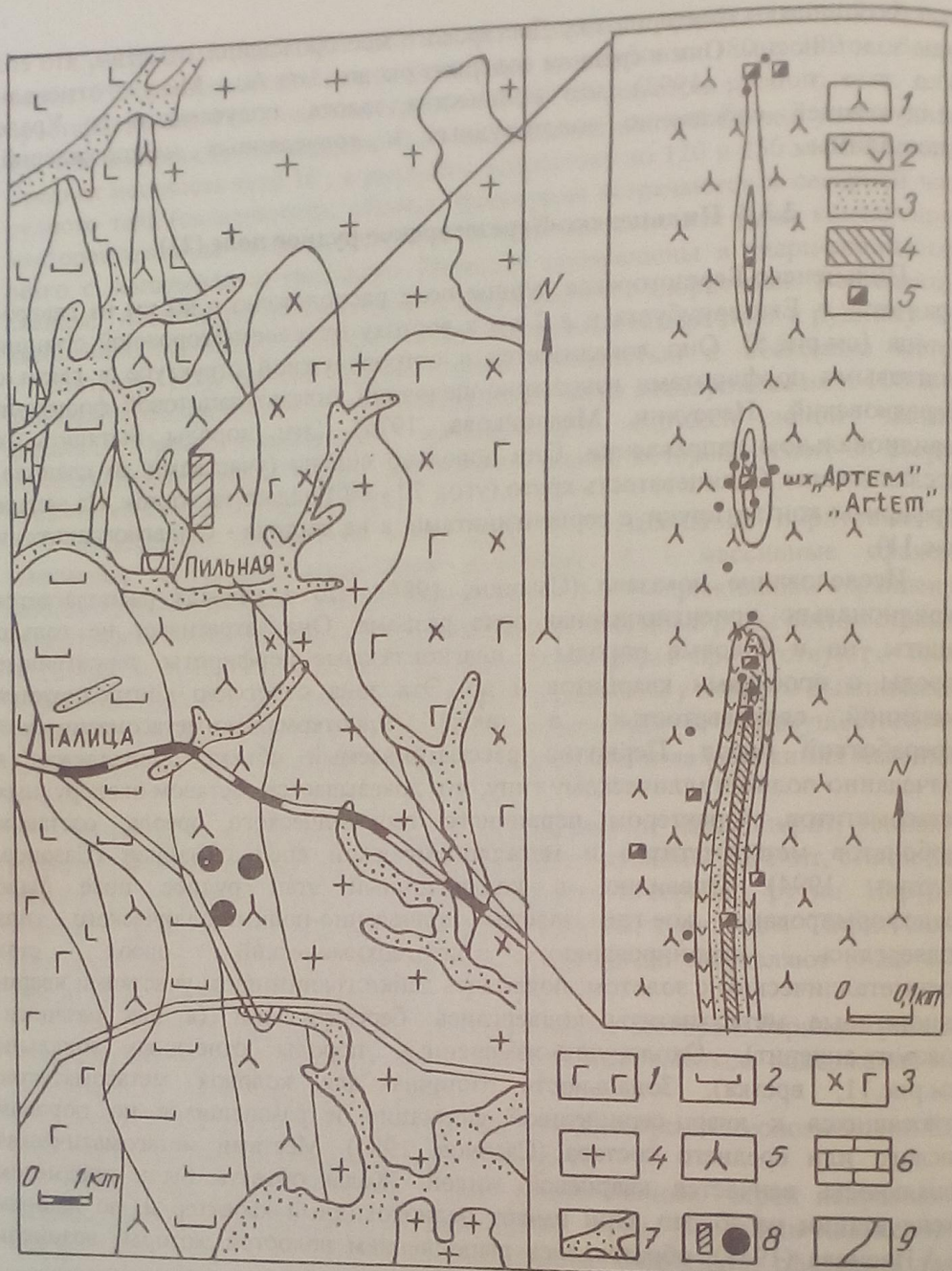


Рис. 11. Геологическое строение Пильненско-Березогорского рудного поля.

По А.А.Иванову (1948) с существенными дополнениями и изменениями по В.Н.Сазонову (1984):

1 - габбро; 2 - серпентиниты; 3 - габбро-диориты; 4 - плагиограниты; 5 - дацитовые порфиры; 6 - известняки; 7 - золотоносные россыпи; 8 - Пильненское (заштрихованный прямоугольник) и Березогорское (залитые кружки) месторождения; 9 - контакты пород.

Условные обозначения к врезке: 1 - эпидотизированные дацитовые порфиры; 2 - 4 - метасоматиты (2 - кварц-альбит-хлорит-серицитовые, 3 - кварц-альбит-серицитовые, 4 - кварц-серицитовые, иногда с доломитом); 5 - шахты; черные кружки - точки наблюдений



На Пильненском месторождении было выявлено 74 продуктивные кварцевые жилы. Сульфидная минерализация развита в них по массе и приурочена к зальбандам. Часто вкрапленная минерализация фиксируется и в метасоматитах. Кварцевые жилы и сопряженные с ними метасоматиты располагаются "пятнами", что хорошо видно на вкладке к рис. 11. Минерализация в рудах месторождения представлена пиритом, сфалеритом, халькопиритом, галенитом, пирротинном, теннантитом, борнитом, ковеллином, самородным золотом. Кроме того, отмечены магнетит, а из нерудных барит и карбонат. Максимальное содержание золота достигало 10,4 г/т, среднее же составляло 6,9 г/т. На Пильненском месторождении в рудных телах установлена вертикальная зональность: минералы с глубиной появляются в последовательности: пирит 1 - сфалерит (халькопирит, блеклая руда) - пирит 2 - галенит.

Березогорское месторождение представлено тремя разобщенными объектами (см. рис. 11). Месторождение открыто в 1911 г. по выходам бурых железняков. По данным разведочных работ (Русских, 1953; Лунегов, 1956), оруденение указанных объектов представлено вкрапленностью сульфидов в кварц-серицитовых сланцах. Здесь почти нет кварцевых жил, столь обильно представленных на Пильненском месторождении. Названные сланцы имеют субмеридиональную ориентировку и восточное крутое (около 70°) падение. Выделяется две субпараллельные полосы сланцев. Минерализация в них близка к той, что описана для Пильненского месторождения. Итак, можно говорить действительно о едином Пильненско-Березогорском рудном поле.

Сведениями об уровне золотоносности Березогорского месторождения мы не располагаем. На базе рассмотренных материалов можно предложить следующую рабочую гипотезу. В северной части рудного поля трансформация проявилась более существенно, чем в южной. При этом происходило метасоматическое преобразование дацитов, связывание выносимого кремнезема в пределах центральной части зоны трансформации, выделение золота из сульфидов с образованием самородков. Южная же часть рудного поля такой трансформации не подверглась, в связи с чем золото осталось рассеянным в сульфидах.

### 3.4. Металлогения обстановки активной континентальной окраины

В пределах активной континентальной окраины развиты краевые вулканические пояса, сформировавшиеся на аккреционно-плутоническом основании, сложенном эффузивами базальтового, андезит-базальтового, трахитового, реже — риолитового, дацитового составов, их вулканокластическими разностями с прослоями известняков и вулканогенно-осадочных пород. Плутонические образования представлены гранитоидами габбровых формаций: гранитами, граносиенитами, сиенитами, гранодиоритами, диорит-сиенитами. Скарново-магнетитовые руды концентрируются в скарнированных породах обычно в экзоконтактах интрузий и на некотором (до нескольких сотен метров) удалении от них. Рудные залежи окружены ореолом скарнов и скарнированных пород, среди которых выделяются пироксен-плагиоклазовые, гранат-пироксеновые, эпидот-гранатовые и др. По минеральному и химическому составу обычно различаются сплошные магнетитовые (с содержанием свыше 50% железа) и скарново-магнетитовые (вкрапленные), среди которых, в свою очередь, могут быть выделены богатые



(50-30%), бедные (20-30%) и убогие (15-20%). Главный рудный минерал – магнетит, в подчиненных количествах присутствуют гематит, пирротин, халькопирит, сфалерит и др.

Железорудные скарново-магнетитовые месторождения в данном районе локализованы в пределах Тарасковской зоны, что находится к северо-востоку от г. Первоуральска. Длина ее около 100 км, ширина 10-20 км. В структурном плане зона размещается в пределах активной окраины, в зоне коллизии. Тектоническая позиция здесь довольно напряженная. В виде оперяющих к Серовско-Маукскому глубинному разлому примыкают два крупных крутопадающих на запад (85-90°) разрывных нарушения (Пильненско-Крылатовский и Сиверский разломы), фиксируемые довольно мощными (1-2 км) зонами рассланцевания. Среди них встречаются блоки амфиболитов (по габброидам), толщи метадиабазов, metabазальтов и метаандезит-базальтов, кварц-серицитовые, кварц-серицит-хлоритовые и слюдисто-кварцевые сланцы. Вулканогенно-осадочная толща верхнего силура, заключающая разрывные нарушения, содержит также туфы основного состава, слабо метаморфизованные дациты и плагиориолиты, туфопесчаники, туфоалевролиты, углисто-кремнистые сланцы, филлиты, иногда маломощные прослои известняков. Непосредственно в зонах разрыва наблюдаются жильобразные тела габброидов и гранитоидов. Примером может служить трещинная интрузия (дайка) плагиогранитов и диоритов, проходящая параллельно западному контакту Верх-Исетского массива. Длина этой интрузии, фиксирующей Пильненско-Крылатовский разлом, около 50 км. Верх-Исетский массив, вблизи которого находится Тарасковская зона, не однороден по составу. Кроме гранитов и плагиогранитов, здесь встречаются габбро, диориты, кварцевые диориты, плагиогранодиориты, сиенит-диориты и граносиениты. Гранитоиды, относящиеся к более поздним фазам формирования, петрографически очень сходны с таковыми габбро-гранодиорит-гранитной формации. В этой связи напомним, что с данной формацией генетически связаны на Урале скарново-магнетитовые месторождения.

Размещение оруденения в Тарасковской зоне в значительной мере контролировалось разрывными нарушениями – зонами рассланцевания. С запада на восток здесь выделяются рудоносные Чернореченско-Севанская, Тарасковско-Березовогорская и Сиверская зоны рассланцевания, в которых в свое время были выявлены и частично разрабатывались мелкие магнетитовые месторождения. Так, в Тарасковско-Березовогорской зоне горными выработками на значительном протяжении (2 км) была вскрыта узкая (2-3 м), крутопадающая на запад (85-90°) зона тонкополосчатых магнетит-роговообманковых пород среди порфировидных диоритов и амфиболизированных пироксеновых базальтов. На флангах рудной зоны вмещающие породы рассланцованы. Количества магнетита и роговой обманки в таких рудах сильно варьируют, хотя содержание железа не поднимается выше 28-30%.

Аналогичные руды развиты и в Сиверской зоне. Представлены они здесь рассланцованными магнетит-амфиболовыми разностями, содержащими местами эпидот-гранатовые, гранатовые и роговообманково-гранатовые скарны. Наличие в исходном субстрате известняков (южная часть зоны) способствовало увеличению мощности скарново-рудной зоны до 15 м и содержанию железа в руде до 35-40%.



### 3.4.1. Месторождения Тарасковской группы (1)

К данной группе, находящейся в северной части Тарасковской рудной зоны, относятся месторождения Тарасковское, Севановское, Катковское (см. рис. 5). Они располагаются в 1,5-4,0 км к югу от села Тарасково и в 4 км к северо-западу от ст. Таватуй Свердловской железной дороги. Время открытия месторождений – вторая половина XIX в. (впервые упоминаются в литературе в 1887 г. Они периодически эксплуатировались мелкими карьерами.

В современный период поисково-разведочные работы на участке проводились в 1940-1941, 1952-1954, 1956-1961 гг. под руководством геологов В.В.Белова, Н.Н. Пихтовниковой, Н.В.Бородина, В.Н.Лагутенко, И.Д.Соболева, Б.А.Богдановича. На верхних горизонтах (до глубины 200 м) крупных промышленных ресурсов выявлено не было. В 1945 г. участок был охвачен крупномасштабной геологической съемкой под руководством И.Д.Соболева. В 1972-1979 гг. на южном фланге участка выполнялось крупномасштабное геологическое доизучение ПГО «Уралгеология» (Д.А.Двоеглазов, Г.Н.Кузовков, Д.С.Вагшаль и др.) и ВСЕГЕИ (Э.П.Кутырев, И.А. Мамин, Л.А.Коршунова).

Линейно выраженная субмеридиональная полоса Тарасковской группы месторождений приурочена к экзоконтактной зоне Верх-Исетского интрузивного массива габбро-гранодиорит-гранитной формации и находится среди метаморфизованных пород, представленных амфиболитами, амфибол-кварцевыми и зелеными сланцами, развивающимися по вулканитам и туфам базальтового и андезито-базальтового составов. Среди последних содержатся прослои туффигов, углисто-кремнистых сланцев, аргиллитов и иногда известняков.

Во всех перечисленных породах сланцеватость по падению ориентирована в западном направлении под углом 50-80°. Она не всегда совпадает с первичным напластованием. Породы образуют запрокинутую на восток антиклинальную складку субмеридионального простираия. Известные месторождения располагаются в восточном крыле этой структуры в связи с развивающимися здесь крутопадающими разрывными нарушениями.

Магнетитовое оруденение находится в тесной связи с амфиболовыми сланцами и накладывающимися на них гранатовыми и эпидот-гранатовыми скарнами. В боках рудной зоны известны также обогащенные магнетитом амфиболизированные пироксеновые базальты и их туфы. Кроме магнетита и вторичного амфибола (бурой роговой обманки), в рудных телах распространены эпидот, хлорит, гранат андрадит-гроссулярового ряда, кальцит, иногда кварц и калиевый полевой шпат (микроклин). Приведенный перечень минералов однозначно указывает на генетическую связь оруденения с метасоматическими процессами.

Распространенные в рудной зоне вулканогенные, вулканогенно-осадочные породы испытали раннепалеозойскую коллизию, сопровождаемую процессами регионального метаморфизма, а также «метаморфизирующее» воздействие с западной стороны – от интрузии плагиогранитов средне-верхнедевонского возраста, и с востока – от Верх-Исетского гнейсово-гранитного блока. Эффузивы среднего и основного составов в зонах рассланцевания и смятия превращены в зеленые сланцы альбит-хлоритового, альбит-эпидот-хлоритового и кварц-альбит-хлоритового состава, кислые эффузивы (кварцевые альбитофиры и их туфы) – в кварц-серицитовые, кварц-хлоритовые и кварц-



хлоритовые сланцы. В районе месторождений среди вулканогенных толщ значительно развиты также кварцевые жилы мощностью до 4 м, выполняющие трещины самого различного направления.

По форме залегания рудные тела месторождений Тарасковской группы - это сравнительно маломощные (1-5 м) крутопадающие жилообразные и линзовидные залежи ограниченных размеров, но нередко следующие друг за другом на значительном протяжении и повторяющиеся в параллельных трещинных зонах. Это видно из краткой характеристики отдельных месторождений.

**Тарасковское месторождение** расположено в 1,5 км к югу от села Тарасково (см. рис. 5). Рудные тела линзовидной формы размером (50-200)х(80-100)х(0,5-5) м располагаются здесь среди амфибол-хлоритовых сланцев, образующих прерывистую полосу в базальтах, представленных пироксеновыми разностями вдоль их контакта с плагиогранит-порфирами. Простираение рудной зоны субмеридиональное (СЗ 340°), падение крутое западное (75-90°). Магнетит встречается в виде тонкой пылевидной вкрапленности и более крупных пятнистых, сплошных и прожилковых скоплений, ориентированных вдоль сланцеватости (полосчатости). С магнетитом ассоциируют хлоритизированная роговая обманка, гематит, лимонит, сфен, апатит, спорадически - гранат, пирит, халькопирит. Сульфиды и гематит обычно накладываются на магнетит в виде тонких прожилков и мелкой (0,01-0,2 мм) вкрапленности. Химическим анализом рудных проб из керна скважин выявлено содержание (мас. %): железа - 14,8-37,2 (в среднем 28); серы - 0,01-0,14; фосфора - 0,05-0,08; меди - 0,00-0,11; цинка - 0,00-0,02.

**Севановское месторождение** расположено в 0,7 км к западу от Тарасковского месторождения (см. рис. 5). Здесь вскрыта и частично разведана жилообразная крутопадающая (50-75° на запад) залежь эпидотизированных гранатовых скарнов со скоплениями магнетита в виде сплошных, шлировых и прожилково-вкрапленных обособлений. Размеры залежи 400х200х(1-5) м. Она находится среди рассланцованных уралитизированных пироксеновых базальтов, переходящих нередко почти полностью в амфибол-хлоритовые сланцы. В западной части месторождения развиты кварц-серицитовые и кварц-серицит-хлоритовые сланцы. Содержание железа в руде, по данным керновых проб, 18,5-40,6 (в среднем 27 мас. %); SiO<sub>2</sub> - 13,5; MnO - 0,13. При маршрутных пересечениях на участке месторождения были встречены также бурые железняки, показавшие в штуфах содержание (мас. %): железа - 39,6; меди - 0,01-0,02; цинка - 0,01; никеля - 0,001; кобальта - 0,003; титана - 0,5; ванадия - 0,01; марганца - 0,02; серебра - следы.

**Катковское месторождение** расположено в 3,0 км к югу от села Тарасково (см. рис. 5). Находится на южном продолжении рудной зоны Тарасковского месторождения. Тип оруденения тот же самый: амфибол-хлоритовые сланцы с вкрапленным и участками со сплошным магнетитом. Судя по отвалам мелких эксплуатационных шахт, которые функционировали в конце XIX в., в пределах и вблизи зоны находятся также эпидотизированные гранатовые скарны, рассланцованные апобазальтовые амфиболиты, ороговикованные уралитизированные пироксеновые базальты и роговики. Рудная зона имеет субмеридиональное простираение и крутое (80-90°) западное падение. Рудное тело имеет чечевице-жилообразную форму при длине по простираению и падению более 400 м и мощности 1-3 м (рис. 12). Состав руд аналогичен таковому Тарасковского месторождения, но содержание железа



здесь несколько выше (21-56 мас. %). На прежнем уровне находится содержание титана, меди, фосфора (0,06 мас. %) и серы (0,05 мас. %).

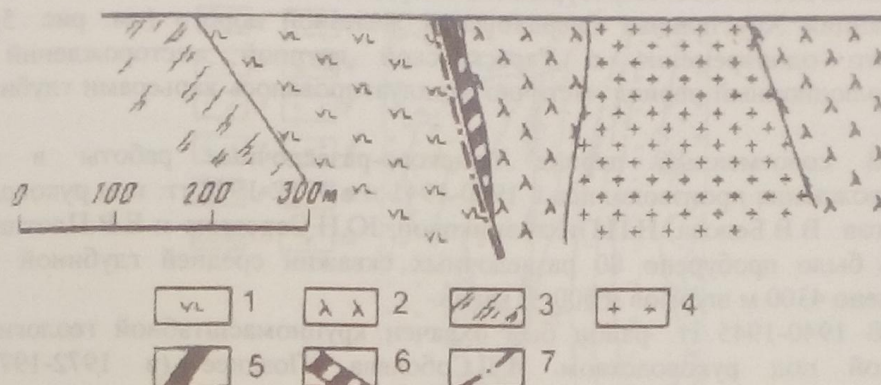


Рис 12. Схематизированный геологический разрез Катковского месторождения.

По (Железородные ... 1989):

1 – андезитово-базальты и их туфы; 2 – амфиболиты и амфиболитизированные базальты; 3 – сланцы хлоритовые, кварц-серицитовые и др.; 4 – гранитоиды; 5 – магнетитовая руда, 6 – то же, предполагаемая; 7 – разрывные нарушения

В южной части Катковского месторождения в той же рудной зоне (500 м южнее) известно и второе сходное по своей морфологии рудное тело. Судя по географическим данным, оно более значительных размеров (700x300x5) м. Это крутопадающая (80-90°) жилообразная залежь, представленная эпидот-гранатовыми скарнами, содержащими магнетит (в виде прожилков, вкрапленности и сплошных скоплений), и магнетит-амфибол-хлоритовыми сланцами. Магнетит в скарнах сопровождается роговой обманкой и распределяется в основном вдоль сланцеватости. С глубиной количество роговой обманки в скарнах уменьшается. Взятые единичные пробы руды из старого Катковского карьера показали содержание железа – 22,4; меди – 0,01; серы – 0,13; фосфора – 0,01;  $TiO_2$  – 0,66%.

Из приведенного краткого описания видно, что месторождения в Тарасковской рудной зоне линейно прослеживаются на значительном расстоянии (около 3 км). Ни одно из них детально не разведывалось по причине невысокого среднего содержания железа в руде и небольшой мощности рудных тел. Исходя из научных основ (месторождения находятся в Первоуральском сиалическом блоке), не имеется оснований для открытия здесь крупных и средних по масштабам месторождений. Однако, учитывая компактность уже известных рудных объектов и благоприятные структурные и литологические факторы для локализации оруденения на участке, целесообразно продолжить здесь поисково-разведочные работы с целью оконтуривания известных и поисков новых рудных тел ниже установленного уровня (200 м). По данным геофизических исследований, рудная зона продолжается по падению в глубину не менее одного километра и может иметь промышленное значение.



### 3.4.2. Сиверское месторождение (37)

Это месторождение находится в южной части Тарасковской рудной зоны, в 13 км на восток от г. Первоуральска Свердловской области и в 5-7 км к северу от станции Хрустальная Свердловской железной дороги (см. рис. 5). Оно открыто одновременно с Тарасковской группой месторождений и в дореволюционный период частично эксплуатировалось карьерами глубиной до 20 м.

В современный период поисково-разведочные работы в районе месторождения производились в 1940-1941 и в 1952-1958 гг. под руководством геологов В.В.Белова, Н.П.Пихтовниковой, Ю.П.Сорокина и Е.В.Плотниковой. Всего было пробурено 80 разведочных скважин средней глубиной 180 м, пройдено 4300 м шурфов и 500 м канав.

В 1940-1945 гг. район был охвачен крупномасштабной геологической съемкой под руководством И.Д.Соболева. Позднее (в 1972-1977 гг.) геологическое и геофизическое доизучение территории в том же масштабе выполнялось Д.А.Двоеглазовым, В.В.Кузовкиным и Д.С.Вагшалем. Детальные наземные магнитометрические съемки проводились на участке в 1952-53 гг. (исполнители Н.В.Бельтенева, А.Сухачев, И.Ф.Маркитанов и др.). Опубликованные сведения о месторождении крайне скудны. Настоящее описание составлено по материалам Е.В.Плотниковой и Д.А.Двоеглазова.

Сиверское месторождение расположено в юго-западном контакте Верх-Исетского интрузивного массива среди дислоцированной и сильнометаморфизованной вулканогенно-осадочной толщи верхнесилурийского возраста, породы которой имеют меридиональное простирание и западное падение под углом 50-80° (рис.13). Общая мощность толщи 110-1700 м. К северу от месторождения усиливается метаморфизм пород и значительная часть их преобразуется в породы кварц-амфиболового, биотит-роговообманкового и биотит-гранат-кварцевого составов. В целом для нижних частей разреза характерно присутствие горизонтов карбонатных, глинистых и кремнистых образований. Вверх по разрезу количество пирокластического и лавового материала увеличивается.

Подстилающая толща хорошо прослеживается в восточной части рудного поля на протяжении около 10 км при мощности 600 м. Она представлена в своей нижней части тонким (4-30 м) переслаиванием вулканогенных пород (афировых, уралитовых базальтов и плагиоклазовых андезито-базальтов) с продуктами их метаморфизма – амфиболитами и различными сланцами.

В сланцах наиболее распространенными минералами (в различных сочетаниях) являются сине-зеленая роговая обманка (реже актинолит), альбит, биотит, кварц, менее распространены эпидот, кальцит, хлорит и тальк. Вся эта в основном сланцевая толща инъецирована пластовыми интрузиями диоритов и мраморизованных известняков и кварцитов, которые грубо рассланцованы.



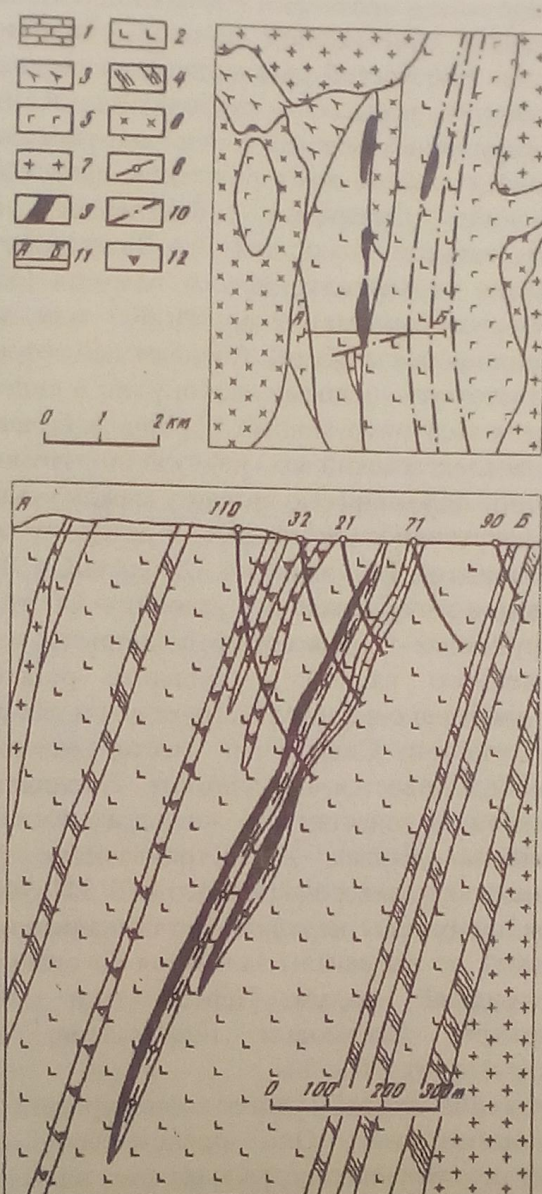


Рис. 13. Схематизированная геологическая карта и разрез Сивертского магнетитового месторождения. По (Железорудные ..., 1989):  
 1 – мраморизованные известняки; 2 – базальты и их туфы; 3 – амфиболиты и амфиболизированные базальты; 4 – сланцы хлоритовые и кварц-хлоритовые; 5 – габбро; 6 – диориты; 7 – граниты и плагиограниты; 8 – околоскарновые породы существенно альбитового состава; 9 – магнетитовая руда; 10 – разрывные нарушения; 11 – линия разреза (на карте); 12 – нерасчлененные вулканиты среднего состава



Минеральный состав здесь тот же, что и в сплошных рудах, лишь с некоторым уменьшением количества рудных минералов. Химический анализ групповых проб показал в среднем следующее содержание (мас. %) главных компонентов: растворимого железа -31,5; серы - 1,03; фосфора -0,03;  $\text{SiO}_2$  - 21,3;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -6,64;  $\text{MnO}$  -0,15;  $\text{CaO}$  -8,51;  $\text{MgO}$  -2,61.

Бедные вкрапленные руды (содержание весового железа от 25 до 30 мас.%, растворимого на 6,0 мас.% ниже) составляют 20 мас.% запасов месторождения. По составу и условиям образования они ничем существенно не отличаются от богатых вкрапленных руд, имея лишь несколько меньшее содержание магнетита и сульфидов (среднее содержание серы 0,28 мас.%).

В 1958 г. на основании проведенных геологоразведочных работ суммарные запасы магнетитовых руд на месторождении по категории  $C_1$  были определены в количестве 4,7 млн т при среднем содержании (мас. %) железа - 36,04; серы - 0,47 и фосфора - 0,05. Встреченные рудные залежи не были оконтурены ни по простиранию, ни по падению. Поэтому за счет дальнейшей разведки уже вскрытого оруденения может быть получен прирост ресурсов магнетитовых руд примерно в том же количестве. Характер геологического разреза - наличие висячем боку крупной «продуктивной» интрузии горизонтов карбонатных пород - позволяет рассчитывать на появление ниже известной рудной зоны новых параллельных рудных тел.

### 3.4.3. Безымянный рудник (33)

Расположен в 2 км на юго-восток от дер. Пильной (см. рис. 5) и представляет собой две группы заросших карьеров и обвалившихся выработок. В 1918 году К.Е.Тарасов относил рудник к самому большому железорудному месторождению в районе, который разрабатывался до глубины 11 сажен, и отмечал, что с рудой добывались куски разрушенного колчедана и кварца. В 1952-1955 гг. С.П.Лунегов провел на руднике поисковое бурение. Согласно его данным, в центральной части месторождения залегают мелкие тела плагиогранитов, в контактовых зонах которых образовались магнетит-гранатовые и эпидот-магнетитовые скарны. Сплошная и вкрапленная пирротин-магнетитовая руда с халькопиритом и другими сульфидами в сопровождении гранатовых скарнов (мощностью до 30 м) и актинолит-эпидотовых метасоматитов встречена здесь в этаже 0-250 м мелкими шахтами и несколькими буровыми скважинами (скв. 92, 150, 153 и др.). Рудные тела размером (50-150)х(80-200)х(2-8) м размещаются линейно вдоль контакта с жиллообразным телом плагиогранитов (простирание зоны северо-западное  $350^\circ$ , падение на восток под углом  $70^\circ$ ), приурочиваясь к выпуклостям контакта в сторону вмещающих пород. Последние представлены альбитизированными, хлоритизированными андезит-базальтовыми и базальтовыми туфами, а также кварц-серицитовыми и кальцит-серицит-хлоритовыми сланцами по ним. По геофизическим данным, зона рудоносных скарнов прослеживается по простиранию на 1300 м и по падению до 1 км. Ценность руды повышается за счет того, что она комплексная (содержание железа 20-55, меди -0,2-0,8 мас.%), а также тем, что ее залежи являются пространственно сближенными с залежами золотоносных колчеданно-полиметаллических руд Березовско-Пильненской зоны.



#### 3.4.4. Костинский рудник (35)

Костинское рудопроявление находится в 300 м к югу от Безымянного рудника, на продолжении той же рудной зоны (см. рис. 5). Костинский рудник представлен тремя небольшими карьерами и многочисленными мелкими ямами. Оруденение здесь представлено гранатовыми скарнами, содержащими магнетит в количестве от 10 до 70% (вкрапленные и массивные руды). Рудные тела таких же размеров, как и на Безымянном, имеют уплощенно-линзовидную и жилловидную форму и круто ( $70^\circ$ ) падают на восток. В более мощных участках рудной зоны, следуя от жилловидного тела плагиогранитов к эффузивной толще, иногда можно наблюдать такую метасоматическую зональность: эпидот + актинолит-эпидот + актинолит+гранат-эпидот+актинолит+ кварц. Из рудных минералов, кроме магнетита, в составе руд были зафиксированы пирротин, пирит, халькопирит, гематит и лимонит. Пирротин обычно встречается в виде мелких каплевидных включений в магнетите и замещает его. Пирит обладает теми же структурами (аллотриоморфнозернистой, гипидиоморфнозернистой, пойкилитовой и коррозионной), что и магнетит. Халькопирит встречается большей частью в виде прожилковых новообразований, замещая магнетит, пирротин и пирит. Спектральные анализы показывают наличие в пиритах изоморфной примеси: Co, Ni, Zn, Cr, Ti, As, следы Nb и Ta.

#### 3.4.5. Топкий рудник (52)

Топкий рудник находится в южной части контактовой рудоносной зоны, в 10 км на юго-запад от Сиверского месторождения, к северо-востоку от ст. Флюс (см. рис. 5). Представлен заброшенной шахтой и серией мелких закопшек. В отвалах шахты встречаются глыбы диабазов, базальтов, плагиоклазовых андезитов-базальтов, аплитовидных плагиогранитов, гранатовых скарнов и актинолит-эпидотовых метасоматитов со скоплениями магнетита, гематита, пирита и иногда халькопирита. Магнетитсодержащие метасоматиты хорошо выделяются на магнитном поле, создавая аномалии интенсивностью 500-1000 γ. По этим данным отстраиваются две скарново-рудные полосы длиной 350-450 м и шириной 20-50 м. При геологическом картировании установлено, что оруденение локализовано в пределах останца карбонатизированных эффузивов андезитов-базальтового состава среди плагиогранитов и приурочено к субмеридиональной зоне смятия, расщеливания.

В зонах смятия, ограничивающих гнейсовые блоки, отмечаются кондуктивные теплотокки, вызывающие в вулканогенно-осадочной толще метаморфическую трансформацию на уровне эпидот-амфиболитовой фации. В зону такого метаморфизма попадают краевые части деформированных гнейсовых ядер. Последние в зонах проницаемости и по границам блоков метаморфизуются. В них возникают локальные очаги анатектических расплавов, производными которых являются интрузии габбро-диорит-гранитной и тоналит-гранодиоритовой формаций. Шарташский, Верхисетский, Новоалексеевский, Решетинский и другие массивы гранитоидов являются типичными представителями последней формации.

С крупными массивами гранитоидов тоналит-гранодиоритовой формации связаны дайки гранитоид-порфиров и гидротермальная деятельность. Продуктами последней являются кварц-жильные поля. Жилы развиваются в



эндо- и экзоконтактной зонах таких массивов. Они выполняют протяженные (до 1,5 км) трещины скола, реже отрыва с крутыми углами падения.

Последующие тектонические подвижки вдоль шовных зон обусловили поступление гидротермальных растворов, вызвавших гидротермально-метасоматическое преобразование пород. Его ранними продуктами являются биотитизированные и амфиболизированные породы. Указанные выше золотосодержащие кварцевые жилы возникают при сдвиговых дислокациях. Их вмещающие породы самые различные, в том числе дайки гранитоид-порфиров, в которых развиты обычно жилы лестничного типа. Рудные минералы жил представлены сульфидными и самородным золотом. Околорудные метасоматиты рассматриваемых жил – березиты-листвениты.

### 3.4.6. Крылатовское месторождение (57)

Крылатовское золоторудное месторождение расположено в 35 км на юго-восток от г. Екатеринбурга (см. рис. 5). Месторождение открыто в 1803 г. жителем дер. Курганово Крылатковым. В первых образцах руды содержание золота было очень высоким (419 - 504 г/т). Однако при детальном опробовании кварцевых жил в процессе добычных работ их высокая продуктивность не подтвердилась и эксплуатация была приостановлена. В 1901 - 1913 гг. месторождение разведывалось проходкой колонковых скважин до глубины 50 м и канав. По результатам разведки было заложено несколько эксплуатационных шахт глубиной 20 - 67 м. До 1913 г. путем амальгамации крылатовских руд было получено 581,5 кг золота. В 1909 - 1913 гг. цианированием эфелей извлечено 64,5 кг золота и 12,5 кг серебра. В 1914 г. эксплуатация месторождения прекращена в связи с тем, что выгоднее оказалось извлекать золото из руд золотосодержащего Дегтярского медноколчеданного месторождения.

В 1932 - 1935 гг. старательской артелью была восстановлена самая глубокая шахта. Однако из-за малого объема добывавшейся руды и низкого содержания золота в ней работы оказались нерентабельными и были прекращены. В 1939 - 1942 гг. объект разведан до глубины 120 - 130 м колонковыми скважинами как возможный источник флюса для Среднеуральского медеплавильного комбината. По результатам этих работ был создан Крылатовский рудник, который «живет» и ныне. При составлении очерка использованы данные В.П. Трифонова (1948), И.Т. Самарцева и др. (1976 г.), В.Н. Сазонова (1984), а также материалы геологосъемочных и поисково-разведочных работ. Месторождение изучали А.А. Иванов (1925), А.П. Смолин и А.И. Суриков (1931), К.В. Мокрушин (1935), Ф.М. Казаченко, Н.Н. Пименов, П.В. Покровский и др. (1953), Т.Г. Тресвятская, З.В. Сенчукова, Н.Н. Фадеев, А.С. Хамьянов, Л.Н. Иванова, А.М. Зельтен (1963) и другие.

Месторождение локализуется в Новоалексеевском массиве плагиогранитов (D<sub>2-3</sub>), как правило, в той или иной мере эпидотизированных. Химический состав этих пород приведен в табл. 3 (№ 1, 9, 13). Указанный массив имеет клиновидную форму (рис. 14): вытянут по меридиану, отчетливо сужается к югу и на глубину. Вмещающие породы массива представлены порфиритами андезит-базальтового и базальтового составов, бластомилонитами по ним (рис. 15), а также хлорит-серицитовыми, углито-кремнистыми сланцами с прослоями кварцитов и мраморизованных известняков. Западный и восточный контакты массива тектонические. Западный из них - это мощная зона смятия, в



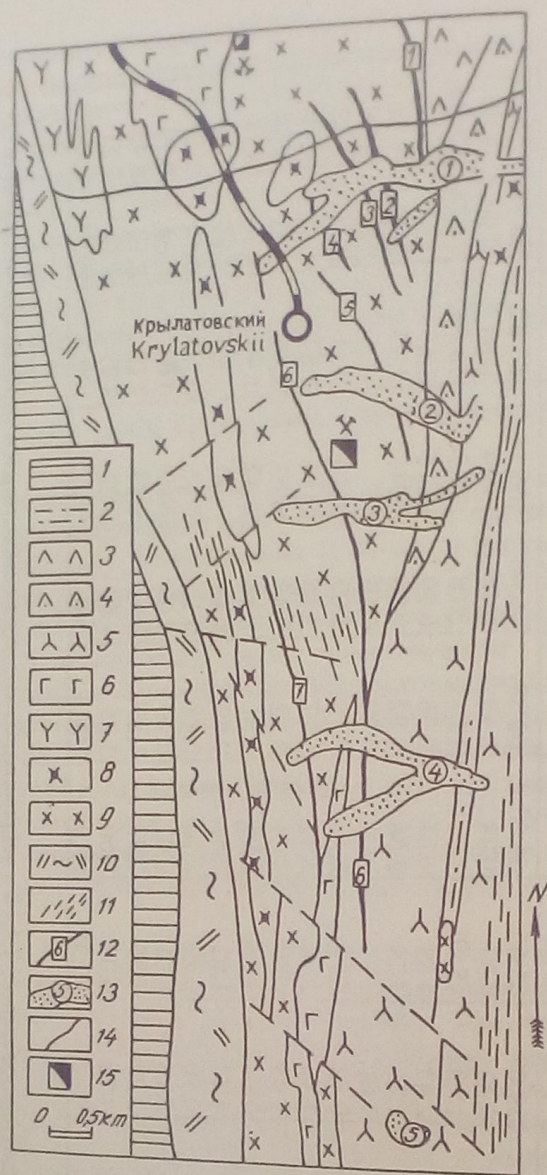


Рис. 14. Геологическая карта Крылатовского месторождения. По материалам Крылатовской геологоразведочной партии с изменениями и дополнениями:

1 - заболоченная, перекрытая четвертичными отложениями часть района месторождения; 2 - сланцы углисто-кремнистые, иногда кварциты; 3 - базальтовые порфириды и туфы того же состава; 4 - туфы базальтового и андезит-базальтового составов; 5 - андезит-дацитовые и дацитовые порфириды; 6 - габбро роговообманковые и роговообманково-пироксеновые; 7 - риолиты; 8 - диориты, местами разгнейсованные; 9 - плагиогранодиориты, участками сильно разгнейсованные; 10 - зоны интенсивного рассланцевания пород; 11 - зоны интенсивного рассланцевания пород; 12 - кварцевые жилы и их номера; 13 - золотосодержащие россыпи и их номера; 14 - геологические границы; 15 - шахты



пределах которой проявлены интенсивно дробление, милонитизация, в некоторых местах меланж. В ней отмечаются блоки и крупные глыбы, представленные серпентинитами, габбро, диабазами и др. В восточной экзоконтактовой зоне массива расположены непосредственно у границы плагиогранитов базальтовые порфириты, а также туфы этого же и андезит-базальтового состава; дальше от указанной границы - андезит-дацитовые порфириты, еще дальше - углисто-кремнистые сланцы с незначительными по мощности телами (прослоями) кварцитов. Породы, вмещающие крылатовские плагиограниты, подверглись региональному метаморфизму (низко-зеленосланцевой фации, см. табл. 3). Сам же массив подвергнут четырех-стадийному гидротермальному воздействию (табл. 4).

Понятно, что массив плагиогранитов формировался в тектонически активной зоне. Тектоническая активность сохранилась и после его консолидации, что подтверждается развитием в нем сбросов, сдвига-взбросов и взбросов. Реализация этих тектонических элементов обусловила формирование в плагиогранитах довольно мощных (до 200 м) зон рассланцевания (Самарцев и др., 1976 г.).

Крылатовский разлом (разрыв-скол) прослежен на 8 км (в гранитах на 4 км, в породах его кровли на 6 км). Разлом контролирует главную рудную зону месторождения. Протяженность последней до 3 км, мощность 25-40 м.

В этой рудной зоне можно выделить кварцево-сланцевые залежи (березиты, см. В.Н. Сазонов, 1984), сланцево-кварцевые линзы, существенно кварцевые жилы-линзы, будинированные кварцевые жилы (рис.16). В рудной зоне выделено несколько (до 5) кварцево-сланцевых залежей. Залежи изолированы друг от друга, иногда они сливаются, а через какой-то интервал по простиранию и падению снова расходятся. Кварцевые жилы-линзы, кроме как в Крылатовском разломе, известны и в других субпараллельных разломах, но эти жилы менее масштабные. Всего в зонах разломов выявлено более 100 кварцевых жил.

На основании данных гравиметровой съемки полагается, что под Крылатовским месторождением (ниже массива плагиогранитов) расположено тело гранитоидов - аналог таковых Верхисетского массива. Сказанное подтверждается тем, что в плагиогранитах установлены дайки гранит-аплитов, микрогранитов, гранит-порфиров, которые, судя по материалам, имеющимся по верхисетским гранитоидам (Бушляков, Соболев, 1976), являются продуктами тоналит-гранодиоритовой магмы. Таким образом, указанные дайки с Крылатовским массивом плагиогранитов связаны лишь пространственно. Заметим, что приведенный вывод подтверждается результатами определения абсолютного возраста плагиогранитов (380 млн лет) и березитов по ним (320 млн лет).

Крылатовское месторождение - это серия субмеридиональных минерализованных кварцевых жил (см.рис.14). На юге жилы сближаются, их азимут простирания  $350^\circ$ , а на севере несколько расходятся и становятся ориентированными по азимуту  $320^\circ$ . Падение основных кварцевых тел северовосточное под углом  $65 - 75^\circ$ . На месторождении выделены 6 тектонических зон с развитыми в них кварцевыми жилами: 1) № 5, 12 и др. (протяженность 1,7 км); 2) Мало-Чесноковской (длина 3,5 км); 3) Контактной, Грязнушенской и др. (прослежена на 6 км); 4) Кунгурской и Моховой (простирается на 2,5 км); 5) Кислянской (длина 2,5 км) и 6) «Широкая линия» и др. (прослежена на 2,5 - 3,0 км).



Таблица 4

Последовательность развития минеральных ассоциаций (и парагенезисов) в породах рудовмещающего и рудоносного комплексов Крылатовского месторождения.

По И.Т. Самарцеву и др., (1976 г.) и В.Н. Сазонову (1984)

Этапы	Минеральные ассоциации	Минеральный состав
Регионального метаморфизма	Серицит-хлорит-эпидотовая	Кварц, альбит, эпидот, хлорит (рипидолит), серицит, актинолит, биотит, кальцит, апатит, пирит
Площадного метасоматического изменения плагиигранитов	Кордиерит-мусковитовая	Кварц, альбит, хлорит (афросидерит), кордиерит, цоизит, мусковит, турмалин, апатит, рутил, биотит, магнетит
Локального предрудного изменения пород	Кварц-эпидотовая Кварц-серицит-карбонатная Кварцевая	Кварц, эпидот, альбит (№5) Кварц, серицит, доломит-анкерит, пирит крупнокристаллический Кварц ранний жильный
Рудный	Пирит-кварцевая  Полиметаллически-кварцевая  Карбонат-сульфатная	Кварц, кальцит, пирит, халькопирит-1, золото-1, линнеит Кварц мелкозернистый, анкерит, пирит, халькопирит-2, золото-2, теллуриды, сфалерит, галенит, молибденит, серицит, хлорит (тюрингит) Кварц, ангидрит, доломит, гипс, пирит, хлорит (прохлорит)
Пострудный	Цеолитовая	Цеолит (томсонит)

Кроме этих зон, известны несколько более мелких, которые имеют северо-восточную и субширотную ориентировку.

К ним приурочиваются жилы Узкоколейная, № 130 и др., имеющие крутое падение на юго-восток, а также Костыревская жила, падающая столь же круто, но на север. Жилы в тектонических зонах залегают согласно со сланцеватостью. В целом Крылатовское рудное поле контролируется клинообразным окончанием гранитного массива и обрамляющими его Дегтярским и Крылатовским разломами.

Издавна считается, что Крылатовские кварцевые жилы залегают в кварц-серицитовых апоплагиогранитных сланцах. В действительности это сланцеватые березиты (Сазонов, 1984). Строение ореола березитизации плагиигранитов около Чесноковской жилы иллюстрируется рис. 17. Химический состав метасоматитов с трех горизонтов приведен в табл. 3.

Формирование Крылатовских кварцевых жил началось при  $P = 1,8$  кбар и  $T > 400$  °С, а заканчивалось при существенном понижении этих параметров  $P = 0,6$  кбар и  $T = 320 - 270$  °С. Флюид был существенно водным, фторотипным, содержал  $K$ ,  $CO_2$ ,  $S$ . Химизм процесса березитизации и минеральные преобразования при его развитии стандартны и рассмотрены в работе одного из авторов (Сазонов, 1984).



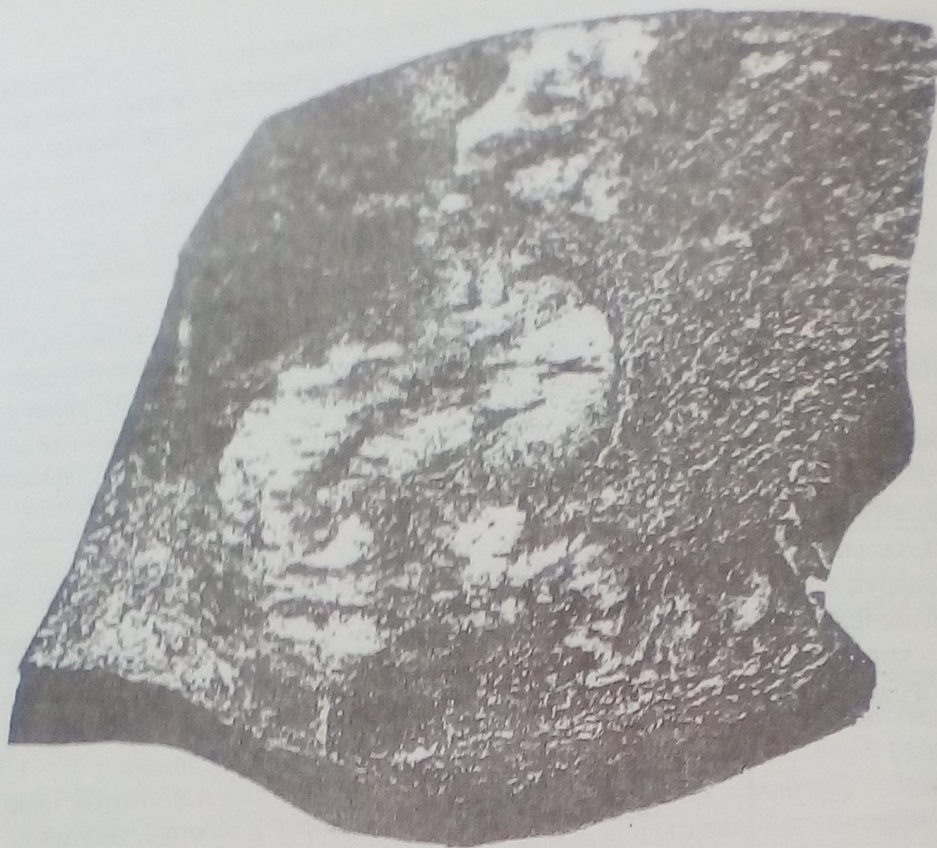


Рис.16. Будинированная и смятая в складку (светлое) кварцевая жила в сланцеватом апоплагиогранитном березите (светло-серое). Темно-серое в будинах – сульфидная золотоносная минерализация. Штуф из отвала Центральной шахты. Натуральная величина

Главная жила месторождения (Чесноковская) разведана до глубины 610 м (до 130 м горными выработками, глубже буровыми скважинами). Другие жилы оценены на меньшую глубину (как правило, до 130 - 250, местами до 370 м). С целью оценки возможности распространения жил и минерализации, сопряженной с ними и околорудными метасоматитами, была исследована околожильная метасоматическая зональность (Сазонов, 1984). Кратко суть полученных результатов сводится к следующему. В центральной части месторождения (жила Чесноковская) березиты (внутренняя зона тела метасоматитов) выклиниваются по восстанию.

Мощность кварцевых жил с глубиной увеличивается, метасоматитов или остается неизменной, или незначительно возрастает (см.рис.17). В ореолах околожильных метасоматических изменений восточной части месторождения березиты отсутствуют, внутренняя зона представлена кварц-карбонат-серицит-ными метасоматитами. Мощность кварцевых жил и сопряженных с Чесноковской апикальная часть тела околорудных изменений на севере расположена на глубине 350, на юге - 150 м, то есть оно эродировано неглубоко. Таким образом, наиболее перспективный участок месторождения - это центральная и северная части жилы Чесноковской. Форма кварцевых жил в



тектонических зонах весьма сложная: часты расщепления по простиранию и падению, пальцевидные и тупые выклинивания.

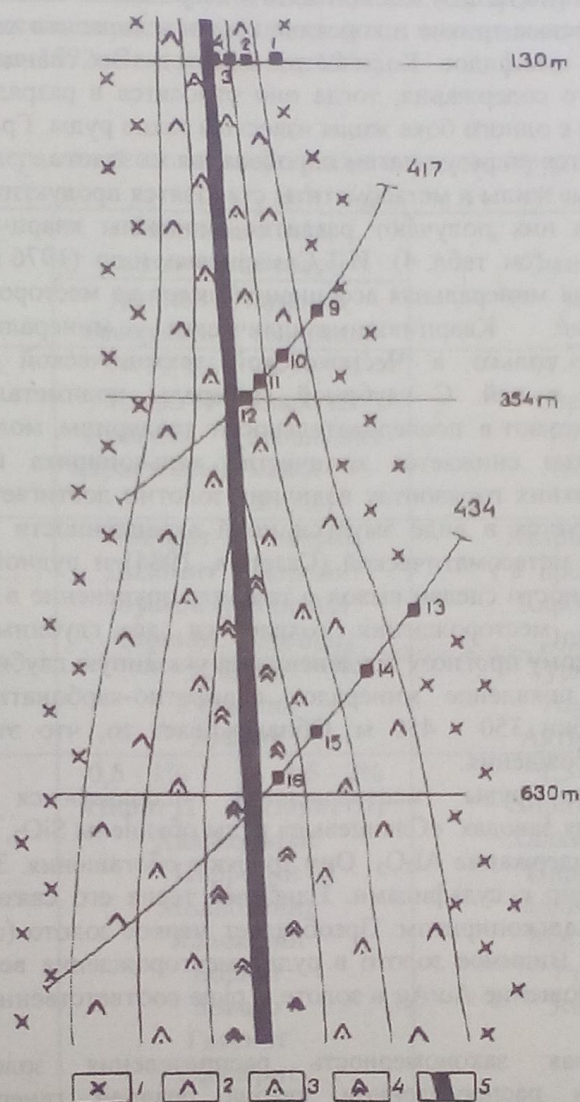


Рис 17. Фрагмент строения околожильной метасоматической зональности, возникшей при березитизации плагиогранитов

Крылатовского массива:

1 – эпидотизированный плагиогранит; 2-4 – метасоматиты: 2 – хлорит-кварц-серицит-альбитовый с карбонатом, 3 – кварц-карбонат-серицит-альбитовый, 4 – березит; 5 – кварцевая жила; черные квадраты – образцы

На месторождении выделены 2 типа руд: кварцевый и сланцевый. Руды первого типа на 80 - 98 % состоят из кварца, их примеси представлены хлоритом, серицитом, рудными минералами. Количество последних обычно не



превышает 1-2 % от объема руды. Среди рудных минералов резко преобладает пирит (не менее 90 %). Перечислим другие рудные минеральные фазы в порядке уменьшения количества: халькопирит, молибденит, золото, теллуриды, сфалерит, галенит (табл. 5). На контакте с кварцевыми телами (жилами) сланцы содержат согласные тонкие и короткие жилки и линзочки кварца, карбонатов и вкрапленность сульфидов. Количество золота в этих сланцах может достигать промышленного содержания, тогда они относятся в разряд «сланцевых» руд. Причем только с одного бока жилы известны такие руды. Границы «сланцевых» руд очерчиваются по результатам опробования на золото.

Кварцевые жилы и метасоматиты становятся продуктивными только в том случае, если в них получают развитие минералы кварц-полиметаллической ассоциации (см. табл. 4). И.Т. Самарцевым и др. (1976 г.) установлено, что пирит-кварцевая минеральная ассоциация имеет на месторождении площадное распространение. Кварц-полиметаллическая минеральная ассоциация зафиксирована только в Чесноковской тектонической зоне и в зонах, примыкающих к ней. С глубиной минералы полиметаллически-кварцевой ассоциации исчезают в последовательности: теллуриды, молибденит, сфалерит, галенит, заметно снижается количество халькопирита и мелкозернистого пирита. На верхних горизонтах величина золотины достигает 1 мм; на нижних золото фиксируется в виде эмульсионной вкрапленности в пирите. На базе вертикальной метасоматической (Сазонов, 1984) и рудной (Самарцев и др., 1976 г.) зональности сделан вывод о том, что оруденение в центральной части Крылатовского месторождения сохранится до глубины 0,9 - 1,0 км. Оптимистическому прогнозу оруденения на указанную глубину в какой-то мере противоречит появление минералов сульфатно-карбонатной ассоциации в интервале глубин 350 - 450 м. Обнадешивает то, что это касается только флангов месторождения.

Кварцевые руды месторождения используются как флюс на медеплавильных заводах. «Сланцевые» руды обеднены  $\text{SiO}_2$ , и в них отмечается повышенное содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Они требуют обогащения. Золото ассоциирует преимущественно с сульфидами. Наиболее тесна его связь с молибденитом, теллуридами, халькопиритом. Преобладает мелкое золото (от 0,008-0,1 до 0,5, редко 2-3 мм). Видимое золото в рудах месторождения весьма редко. Проба золота 910, отношение  $\text{Au}/\text{Ag}$  в золоте и руде соответственно составляют 10 и 4,6.

Генеральная закономерность распределения золота определяется неравномерным распределением кварца поздней генерации и поздней продуктивной ассоциации, включающей халькопирит, молибденит, теллуриды, галенит, сфалерит.

Можно с достаточной вероятностью наметить следующие стадии развития месторождения: образование разломов, внедрение даек (альбитофиры, кварцевые диорит-порфиры), наиболее поздние - плагиогранит-порфиры, связаны, видимо, с Верхисетским массивом гранитоидов тоналит-гранодиоритовой формации, последующее сильное рассланцевание пород, включая и дайки, метасоматоз (биотитизация, альбитизация, эйситизация, хлоритизация, березитизация). Завершилась преемственная стадия образованием жильного кварца-1 с вкрапленностью преимущественно пирита-1. Рудная стадия - выделение кварца - 2 (основная масса жил), позднее кварца -3 с последующей продуктивной минеральной ассоциацией. Развитие оруденения в



березитах происходит синхронно с оруденением кварцевых жил. Пострудная тектоника проявлена очень слабо.

Как показано в работе (Сазонов, 1984), с точки зрения строения метасоматической зональности, перспективы объекта на глубину благоприятны. Об этом же свидетельствуют геологические и минералого-геохимические данные (Александров, 1972; Самарцев и др., 1976).

Минеральный состав кварцевых и сланцевых руд

Таблица 5

Минеральный состав	Кварцевые тела, в том числе кварц		Сланцевые тела
	ранней генерации	поздней генерации	
Нерудные минералы: главные.....	99-99,5% Кварц П (главная масса жилы)	98-98,5% Кварц Ш (небольшая масса жилы)	97-98,5% Серицит Кварц Хлорит
Подчиненные и примеси.....	Анкерит Доломит Мусковит Серицит Хлорит Турмалин Альбит	Анкерит, Доломит Кальцит Серицит	Кварц I, II, III (в прожилках) Карбонаты Эпидот Турмалин Апатит Актинолит
Рудные минералы: главные..... подчиненные и примеси.....	0,5 - 1% Пирит П Халькопирит Пирротин Молибденит Халькозин Борнит Золото Галенит Сфалерит Теллуриды	1,5 - 2% Пирит Ш	1,5 - 3% Пирит I, II, III Халькопирит Пирротин Молибденит Магнетит Рутил Золото
Золотоносность	Низкая	Самая Высокая	От высокой до низкой, преобладает средняя

Золотоносные кварц-жильные объекты являются основным источником для формирования продуктивных россыпей. На Урале, в том числе и в данном районе, разрабатывались как коренные, так и россыпные объекты. Однако по мере отработки золотых россыпей, поиски которых, по сравнению с коренными золоторудными объектами, намного легче и дешевле, выяснилось, что они пространственно тесно сопряжены с последними.



Рис.18. Схема размещения отработанных старателями россыпей золота (жирные черные линии) и кварц-жилных объектов (черные кружки) в районе границы «Европа - Азия»

За последние 130 лет это соотношение использовалось как один из весьма рациональных критериев поисков коренных месторождений золота по россыпям. Наличие в верховьях отработанных старателями золотоносных россыпей кварц-жилных объектов (рис.18) создает предпосылки для расширения поисков золоторудных кварцевых жил, аналогичных Крылатовскому месторождению.

### 3.5. Геологический маршрут вдоль границы «Европа - Азия»

Маршрут начинается на дороге Билимбай - Верх-Нейвинск, где в 1966 году между деревнями Починок и Тарасково, на хорошо заметном перевале через Бунарский хребет, был установлен памятник «Европа - Азия» (рис.19). По конструкции это монолитная усеченная пирамида высотой более 3 м. На лицевой грани столба-рельефное изображение герба СССР.





Рис.18. Схема размещения отработанных старателями россыпей золота (жирные черные линии) и кварц-жильных объектов (черные кружки) в районе границы «Европа - Азия»

За последние 130 лет это соотношение использовалось как один из весьма рациональных критериев поисков коренных месторождений золота по россыпям. Наличие в верховьях отработанных старателями золотоносных россыпей кварц-жильных объектов (рис.18) создает предпосылки для расширения поисков золоторудных кварцевых жил, аналогичных Крылатовскому месторождению.

### 3.5. Геологический маршрут вдоль границы «Европа - Азия»





Рис. 19. Геологический маршрут (штриховая линия) вдоль границы



Далее, перемещаясь к западу от дороги по проселку, можно попытаться найти заросшие выработки Тарасковского (1), Севанского (2), Катковского (3) магнетитовых месторождений. Южнее, вблизи грунтовой дороги Починок - ст. Таватуй, можно наблюдать затопленный карьер и заросшие остатки небольших шахт Чернореченского рудника (8). Здесь отрабатывались бурожелезняковые руды до глубины 60 м инфильтрационного генезиса в карстовых полостях в известняках, заполненных глинами коры выветривания. Содержание железа в рудах было 37,46 - 56,35 мас.%, сера и фосфор отсутствовали.

Двигаемся по хребту вдоль указанной границы по направлению к Кормовищенскому палеовулкану, где можно наблюдать жерловые фации, представленные субвулканическим телом риолитов, и бомбовые туфы в их обрамлении, а также одноименное проявление бурых железняков над колчеданным телом (18). По пути можно встретить кварц-жилные объекты: р. Черная (9), Б-Ржавец (14) и Шibaкинское (15) проявление железистых кварцитов.

Значительное количество месторождений и проявлений сконцентрировано вдоль Пильненского хребта: Зубовское (21), Выдергский рудник (25), г. Мокрая (28) марганцево-содержащих железистых кварцитов (гондитов), Выдерка (23), Пильненское (29), Колчеданное (31), Безымянный (33) колчеданно-полиметаллические с высоким содержанием золота.

Далее по грунтовой дороге Пильное - Северка перемещаемся на восток и выходим на знаменитую «Кацну Яму» (30), где до настоящего времени старатели отрабатывают шурфами пушкиниты. В отвалах можно найти обломки и небольшие кристаллы. В Уральском геологическом музее есть выставка образцов последних с этого месторождения, где можно полюбоваться и оценить всю их красоту.

На юге от Кацной Ямы примерно в 3 км располагаются затопленные выработки Сиверского магнетитового месторождения. В отвалах месторождения можно наблюдать вмещающие зеленые сланцы с порфиробластами сине-зеленой роговой обманки и хлоритоида, свидетельствующие о наличии дислокационного метаморфизма шовной зоны. Рудный отвал, где были соскларированы запасы магнетитовой руды, подвергся воздействию высокой температуры при пожаре в 60-е годы. Произошло переплавление руды и вмещающих пород, поэтому в качестве образцов приходится брать шлаки и оплавленные куски руды. Природа за 40 лет восстановила прежний облик, вырос сосновый и березовый лес, создающий весьма красочное обрамление затопленным карьерам и шахтам.

От Сиверского месторождения прямо на запад идет просека, по которой можно выйти на высоковольтную линию в районе г. Чубарова. По маршруту встречаются коренные выходы бомбовых туфов базальтового, андезит-базальтового составов. Размер бомб достигает 20-30 см. На склоне горы Чубарова обнажаются лавы андезито-базальтов порфировой структуры. Порфировые вкрапленники, создающие на темном фоне эффектный рисунок, представлены плагиоклазом. Данные породы украсят вашу геологическую коллекцию. Сама гора Чубарова сложена массивными среднезернистыми габбро, габбро-диоритами.

Перемещаясь на юго-запад по высоковольтной линии, а затем через 4 км повернув на юг (рис. 20), выходим на ст. Вершина, где находится один из обелисков «Европа - Азия». На западе в 1 км от обелиска находятся заросшие



карьеры и небольшие шахты Талицкого рудника, где добывались хромиты. Кроме того, в отвалах южного карьера наблюдаются обломки железистых кварцитов, которые служили, по-видимому, вмещающими породами для альпинотипных хромитоносных гипербазитов.

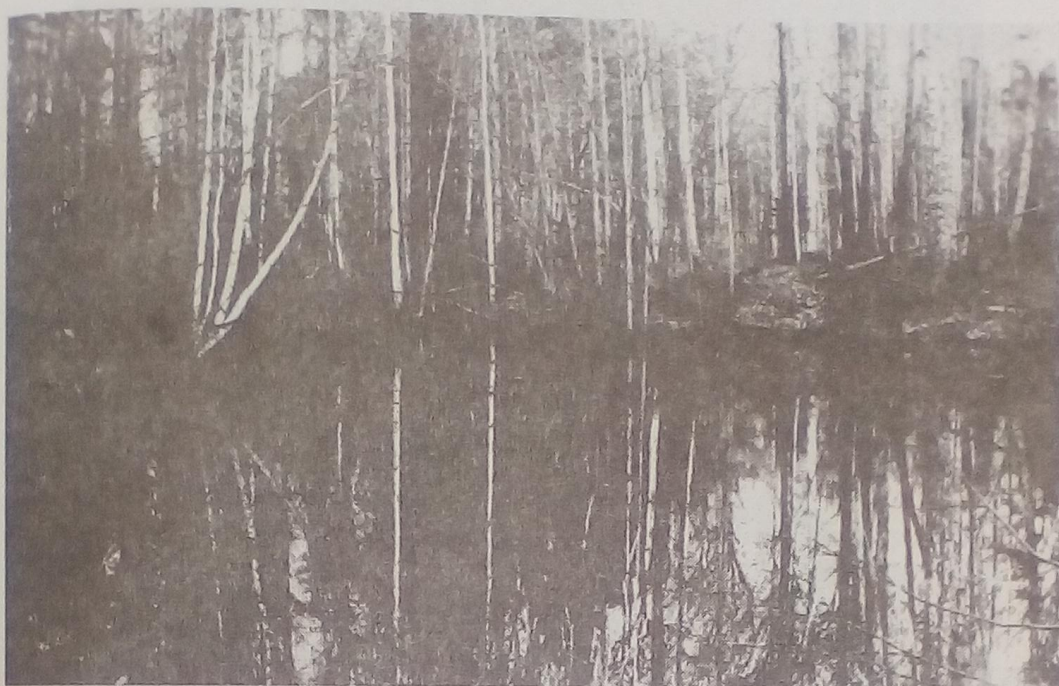


Рис.20. Затопленный Центральный карьер Сиверского магнетитового месторождения. На дальнем плане виден подрывтый рудный отвал с оплавленными рудами

В 1 км на юг размещается первый обелиск «Европа - Азия» на старом Московском тракте. Мало кто знает, что он размещается над рудным полем Березовогорского золоторудного проявления, заросшие выработки и небольшие шахты можно наблюдать за обелиском на склоне г.Березовая. В 800 м к востоку можно видеть небольшие карьеры золотого проявления «Рябиновая разведка» (рис.21).

Далее, двигаясь на юго-запад по направлению к новому тракту, посещаем выработки Азиатского рудника (небольшие мелкие карьеры), а еще в 1 км на другой стороне тракта на Первоуральск видны разведочные канавы Ольховского проявления магнетита. Вмещающими породами здесь являются вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы андезитового состава, среди которых встречены фельзиты кислого состава, зеленого цвета, яшмовидного облика.

В 1 км на юг в борту дорожной выемки нового Московского тракта можно наблюдать тектоническую зону Серовско-Маукского разлома. С запада она представлена мощным меланжем ультраосновных пород, который к востоку сменяется интенсивно дислоцированными зелеными сланцами по вулканогенно-осадочным породам (рис.22). В ряде мест в этих сланцах можно наблюдать сульфидную вкрапленность в виде гнездобразных скоплений и прожилков.



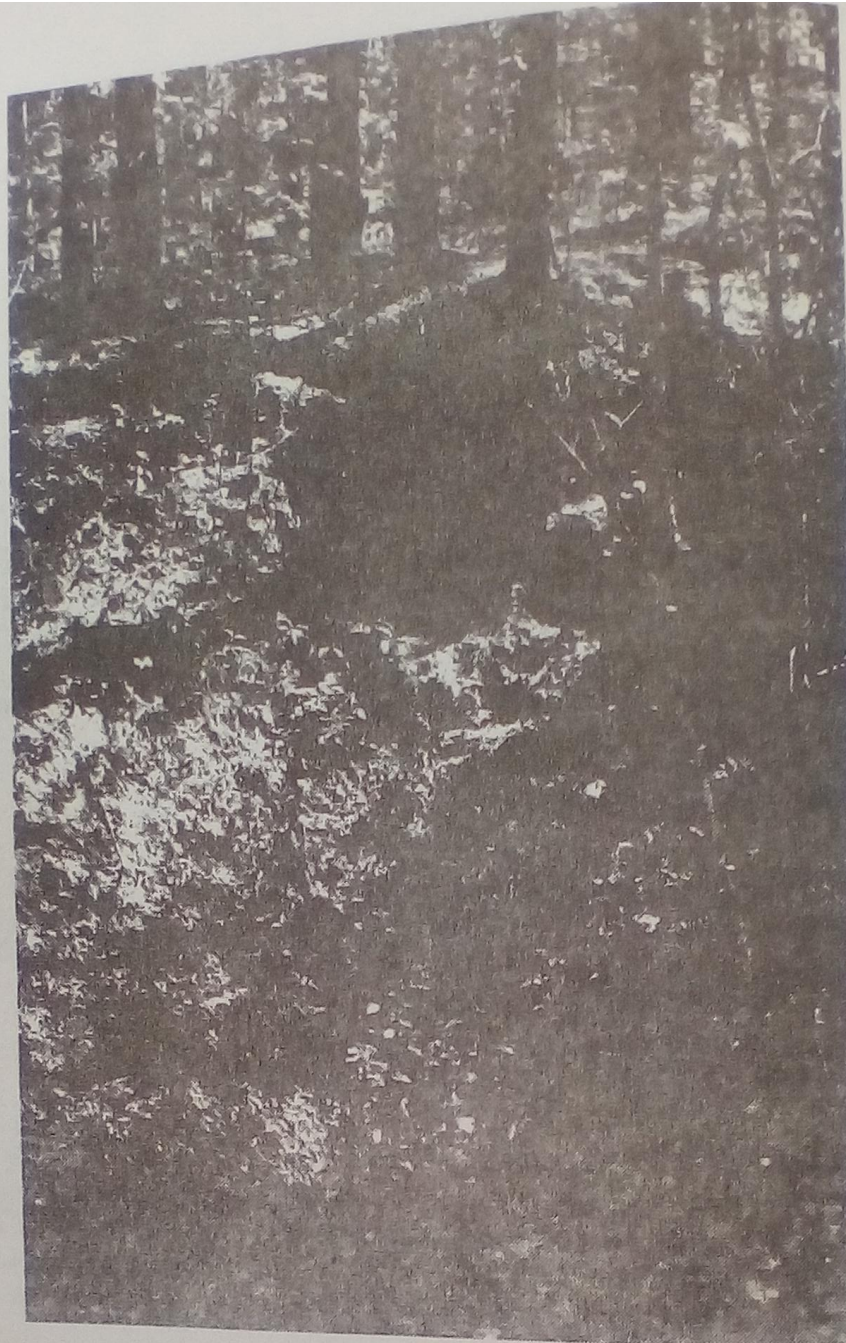


Рис. 21. Заросшие выработки золотопроявления «Рябиновая разведка»

Далее движемся на восток в долину ручья Топкого, где вели работы старатели по добыче россыпного золота. Отвалы и шурфы избороздили всю долину реки (рис. 23). На вершине горы вблизи коллективного сада сохранились заросшие карьеры и шахты магнетит-скарнового месторождения «Топкий рудник».

Продолжаем маршрут по высоковольтной линии до г. Волчихи, которая сложена крупнозернистым габбро. С горы открывается вид на города. Ревду и Первоуральск, находящихся постоянно в дыму от своих заводов, создающих тяжелую экологическую обстановку. Более красочный вид открывается на юг, где водная гладь Волчихинского водохранилища (Флюса), обрамляемая зеленой стеной соснового леса, привлекает большое количество рыбаков и отдыхающих в любое время года.





Рис.22. Интенсивно дислоцированные сланцы в зоне Серовско-Маукского разлома. Обнажение в борту дорожной выемки на новом Московском тракте



Рис.23. Отвалы старательских золотодобычных выработок в районе руч.Топкого

С г. Волчихи маршрут продолжается на север к карьеру Первоуральского титаномагнетитового месторождения. Титаномагнетитовое оруденение приурочено к горнблендитовому телу. Наиболее богатые руды можно наблюдать в центральной части карьера, в западном борту. Наряду с железорудной минерализацией встречается сульфидная вкрапленность, представленная пиритом, халькопиритом, борнитом, ковеллином.



Участники экскурсии в карьере Первоуральского рудника могут наблюдать: 1) восточный контакт горнблендитов с габбро, в том числе и тулитового; 2) характер взаимоотношения мелкозернистых и крупнозернистых разностей горнблендитов; 3) характер взаимоотношений полевошпатовых разновидностей горнблендитов с бесполевошпатовыми; 4) типы и характер выделения руд в западном борту карьера; 5) найти и отобрать эффективные образцы тулитового габбро.

Маршрут можно завершить, посетив «Динасовый» карьер кварцитов на горе Караульной на южной окраине г.Первоуральска (рис. 24). Месторождение представляет собой линзовидное тело кварцитов, залегающее среди метаморфических сланцев углисто-кварцевого, кварц-альбит-хлоритового, кварцево-хлоритового и серицит-хлорит-кварцевого составов по вулканогенно-осадочным породам. Простираение залежи кварцитов  $330-335^\circ$ , падение юго-восточное, крутое. Длина залежи в ее разведанной части составляет 3200 м. Мощность 40-70 м. В северной и южной частях месторождения имеются два мощных раздува до 200-220 м. Кварциты представлены массивными, плотными, микро- и тонкозернистыми кварцитами от светло-серой до темно-зеленой окраски. Встречается мелкая вкрапленность и тонкие прожилки пирита.

В центральной части залежи встречено большое количество кварцевых жил мощностью от 0,3 до 2,4 м.



Рис.24. Добычные работы в «Динасовом» карьере

Кварциты используются как сырье в огнеупорной, ферросплавной промышленности и получения кристаллического кремния.

Для знакомства с Дегтярско-Крылатовской группой месторождений целесообразно провести этот маршрут со стороны Полевского тракта, в дер. Курганово, повернув на Кунгурку, а затем - на Крылатовский рудник.

Знакомство с Крылатовским месторождением предусматривается в два этапа. Первый - осмотр отвалов шахт, где сравнительно легко можно отобрать образцы плагиогранитов, дайковых пород, кварцевых жил, березитов и руд. Причем образцы из свежих отвалов можно довольно легко привязать. Второй этап - спуск в шахту (рис.25), осмотр действующих забоев, сбор образцов представляющих образования рудного и рудовмещающего комплексов. После посещения шахты можно сделать ряд широтных пересечений через



месторождение. Начать лучше всего с маршрута по р. Кунгурке. Такое пересечение даст возможность подобрать образцы плагиогранитов Крылатовского массива и пород его вмещающего комплекса.



Рис. 25. Крылатовский рудник

Заметим, что руды Крылатовского месторождения относятся к россыпеобразующему типу. В районе месторождения и в бассейне р. Чусовой развит ряд золотоносных россыпей, большинство из которых уже выработаны. Можно посетить в районе Кунгурки старательскую артель «Крылатовская», которая отрабатывает «Прочесноковскую» россыпь. Рассматривая отвалы добычных работ, можно найти кости, зубы и бивни мамонтов, которые вымываются из золотоносных песков. Большая коллекция этих остатков хранится в Геологическом музее-лаборатории «Рифей» в г.Ревде (рис.26).

Для ознакомления с вещественными комплексами, в той или иной мере затронутыми при характеристике Дегтярского месторождения, наиболее представительной и удобной будет экскурсия по р. Вязовой. Она течет в широтном направлении, вскрывая разрез, начиная от периферической западной части Верхисетского массива гранитоидов и кончая сланцами висячего бока Дегтярского месторождения. Маршрут длиной 2 км начинается от места пересечения реки с шоссе, ведущим из Дегтярского рудника в г.Екатеринбург (через дер.Курганово и пос. Горный щит). Следуя вверх по течению реки, можно наблюдать скалистые выходы диоритов и плагиогранитов южного окончания Крылатовского массива, которые контактируют с толщей сильно окварцованных и эпидотизированных кварцевых риолитов рудоносной свиты. Следуя дальше вверх, на правом берегу реки знакомимся с толщей конгломерато-брекчий с многочисленными обломками риолитов и плагиогранитов. Цемент – плагиоклазовые андезиты темно-зеленой окраски.



Поднимаемся чуть выше. Здесь расположено обнажение плагиоклазовых андезитов порфировой структуры и риолитов. Последние имеют характерную пльчатую текстуру, по плоскости сланцеватости ожелезнены. Контакт между риолитами и андезитами резкий.

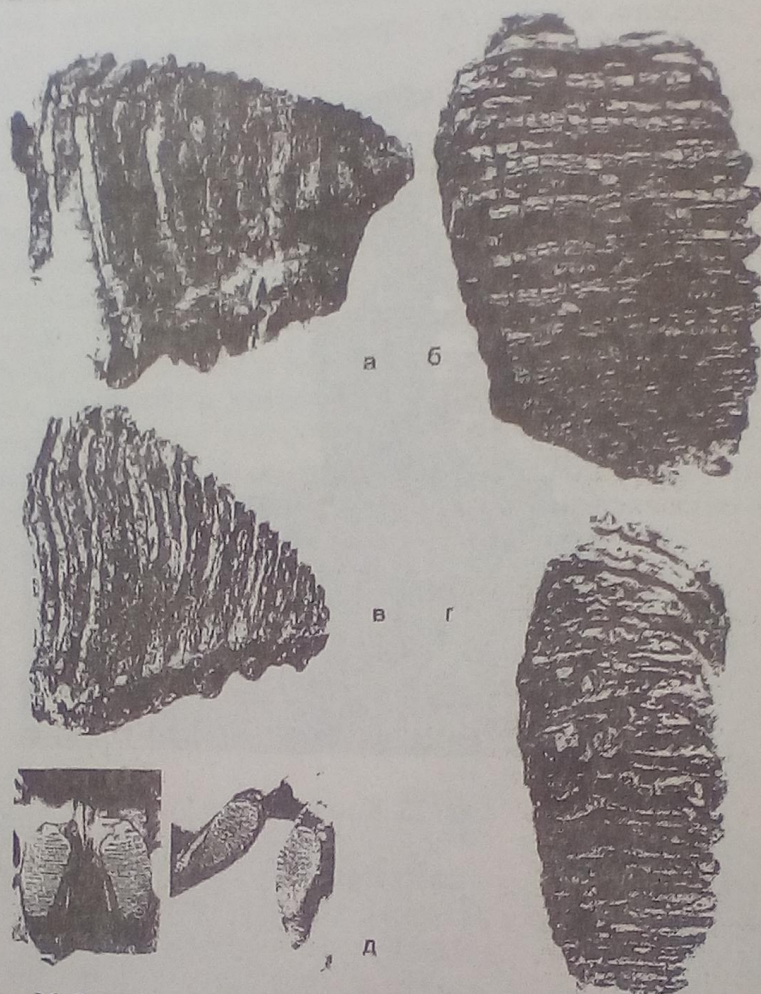


Рис.26. Зубы мамонта района р.Кунгурки. По (Геология..., 1999): а – вид сбоку (обр.1), б – вид сверху (обр.1), в – вид сбоку (обр.1086), г – вид сверху (обр.1086), д – размещение зубов верхней и нижней челюсти

Около плотины небольшого Вязовского пруда расположена пластовая интрузия плагиогранит-порфиров, которая залегает в контакте риолитов с плагиоклазовыми андезитами (в последних видны многочисленные крупные миндалины, выполненные эпидотом).

Продолжаем маршрут по левому берегу указанного пруда. В его западной части расположены скальные обнажения риолитов с фенокристами голубоватого кварца. Теперь движемся на гору Караульную. По склону ее и у подножья расположены многочисленные обнажения смятых кварц-серицитовых, серицит-хлорит-кварцевых сланцев всячего бока месторождения. С вершины горы можно увидеть далеко прослеживающуюся панораму восточного склона Урала. Далее наш путь лежит в г.Дегтярск, где на рудном дворе еще можно познакомиться с рудой месторождения.



Следуя дальше на запад, попадаем в известняковый карьер, где есть возможность познакомиться с толщей мраморизованных известняков, подстилающих породы рудоносной свиты, и с серпентинитами, контролирующими зону разлома. Здесь в известняковом карьере можно видеть крупноглыбовые брекчии (зону меланжа), цементирующую массу которых составляют серпентиниты. Обломки же представлены известняками, плагиоклазовыми порфиритами, туфами разного состава, т.е. смесью обломков пород различного состава и возраста. Этот меланж на севере хорошо вскрыт дорожным полотном и рассмотрен выше. Большинство специалистов Маукский (Дегтярский) разлом рассматривается как сдвиг-надвиг с амплитудой до 70 км в горизонтальной плоскости.

Перемещаясь по автомобильной дороге в сторону г. Ревды, вблизи переезда можно увидеть еще один обелиск «Европа - Азия». К северо-востоку от него вблизи Волчихинского водохранилища (Флюса) расположен Петровский рудник силикатно-никелевых руд. В настоящее время это несколько поросших лесом карьеров глубиной 10-20 м. В бортах карьера хорошо обнажены серпентинитовый меланж и хлорит-серпентинитовые милониты. Породы коры выветривания, содержащие никелевые минералы, практически полностью выбраны, поэтому с ними лучше всего знакомиться в отвалах карьеров. Здесь можно встретить ревдинскит, ревдинит, никелевый керолит, пимелит, хризопраз, пирролизит, опал и другие минералы (Геология..., 1999).



Рис.27. Гора Лысая. Вид с севера. По (Геология..., 1999)

Завершить маршрут можно в восточной, гористой части г.Ревды на г.Лысой (рис.27). С вершины открывается вид на город и его окрестности. Гора Лысая является частью Ревдинского габбрового массива и находится в его западной, эндоконтактовой части. Здесь можно наблюдать амфиболиты и различные метасоматические породы плагиоклаз-роговообманкового, актинолит-слюдистого состава (Геология..., 1999).



#### 4. ОРУДЕНЕНИЕ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЕКАТЕРИНБУРГСКОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА

Данный раздел посвящен характеристике минерагении структур активной континентальной окраины, рассмотренной на примере Шабровского рудного района, где развиты самые разнообразные полезные ископаемые: железо, тальк, мрамор, золото, хромиты и др. Медноскарновое оруденение охарактеризовано на примере Гумешевского и Шиловского месторождений, известных еще с времен «чудских копей» и вновь открытых в начале XVIII века. Уникальные месторождения жильного кварца представлены месторождениями «Гора Хрустальная» и «Светлая речка». В конце раздела рассматриваются Уктусский ультрабазит-базитовый массив по причине того, что южная часть его присутствует в Шабровском рудном поле, где они сильно трансформированы. Чтобы получить представление о «первичных» ультрабазитах и базитах (дуниты, пироксениты, перидотиты и габбро), развитии химической коры выветривания по ним, и приведен маршрут по Уктусскому массиву.

##### 4.1. Шабровский рудный район

Шабровский рудный район расположен в 25 км к юго-западу от г.Екатеринбурга. В его пределах (см. рис.1, 4) развиты месторождения: железистых кварцитов, гондитов, родонитов, мраморов, хромитов, тальк-магнезитового камня, талька, гематита (кровоавика), благородного змеевика и золота. Все они достаточно тесно сопряжены в пространстве, часто приурочиваются к одним и тем же тектоническим структурам - шовным зонам. Однако по времени формирования отчетливо подразделяются на две группы (Огородников и др., 1999): 1) сформировавшиеся до главной коллизии ( $C_1$ ) и включающие объекты серпентинитов, гондитов, родонитов, хромита и железистых кварцитов; 2) возникшие в связи с названной коллизией (остальные из перечисленных выше месторождений).

Источником Fe, Mn и Au, разноуровневые концентрации которых свойственны объектам первой группы, явились в основном островодужные вулканы андезит-базальтового состава, а также сопряженные с ними колчеданосные, специализированные на марганец кремнистые и карбонатные осадки. Месторождения родонитов, гондитов и железистых кварцитов являются более ранними (доколлизийными). В период коллизии они были приключены (или включены) в коллизийные структуры. Для кварцитов, гондитов и родонитов установлена геохимическая специализация на золото. Во время главной уральской коллизии в этих образованиях содержание золота местами повысилось до промышленно значимого (в гондитах и родонитах известны золотоносные зоны позднего окварцевания, а в кварцитах - существенно кварцевые метасоматиты с золотом, которые в прошлом эксплуатировались старателями как золоторудные). Сейчас Шабровский рудный район в целом (в том числе и Шабровское рудное поле) должен рассматриваться как объект комплексного минерального сырья, который в дальнейшем должен изучаться и осваиваться, исходя в первую очередь из этого



#### 4.1.1. О возрасте вещественных комплексов района

Развитые в пределах Шабровского рудного района (большей частью и одноименного поля) вещественные комплексы (рис.28), вмещающие тела ультрабазитов, габбро и габбро-диабазов, диоритов и гранитоидов (от тоналитов и плагиогранитов до лейкогранитов), объединяются в ряд свит (перечисляются снизу вверх по разрезу): *черновская* ( $PR_{1cr}$ ), *саитовская* ( $R_{2st}$ ), *ижишская* ( $V-C$ ), *теньякская* ( $O_3 S_{1tn}$ ), *андреевская* ( $S_2-D_{1an}$ ), *кунгурковская* ( $D_{1kn}$ ).

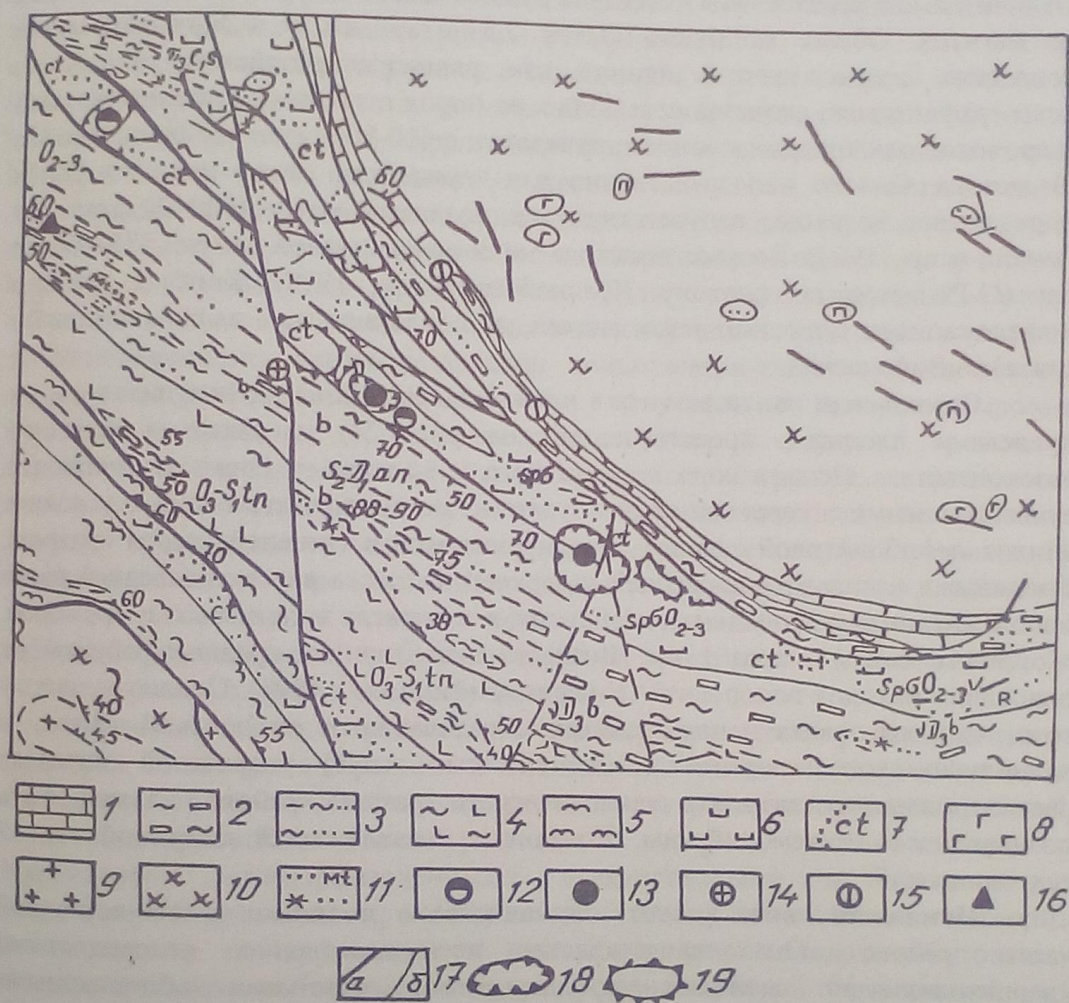


Рис. 28. Геологическое строение Шабровского рудного поля:

1 - мраморы; 2 - сланцы преимущественно углисто-графит-кварцевые; 3 - серицит-кварцевые, филлитовидные сланцы; 4 - зеленые сланцы по афировым базальтам; 5 - кристаллические сланцы; 6 - серпентиниты; 7 - тальк-карбонатные породы; 8 - габбро; 9 - граниты; 10 - гранодиориты; 11 - кварциты магнетит- и марганецсодержащие; 12-16 - месторождения: 12 - антигоритовых змеевиков, 13 - тальк-магнетитового камня, 14 - золота, 15 - мрамора, 16 - железистых кварцитов; 17 - границы разломов (а), стратиграфические (б); 18 - карьеры; 19 - отвалы



промышленности для изготовления художественных и галантерейных изделий, а также в строительстве для облицовки зданий и отделки интерьеров. Его потребление в последние 10-15 лет, как минимум, удвоилось. В Шабровском рудном районе известны три (названия см. выше) месторождения антигоритовых художественно-декоративных змеевиков.

Антигоритовые серпентиниты широко развиты в пределах массивов метаморфизованных тел ультрабазитов, объединяющихся в ряд поясов субмеридионального простирания и протягивающихся нередко на многие сотни километров (Малахов, 1983, с. 19).

**Белоусовское месторождение.** Приурочено к массиву антигоритовых серпентинитов «Большая линза» (см. рис. 28). Оно представляет собой девять субмеридионально ориентированных линзовидных тел существенно антигоритовых серпентинитов, мощность которых колеблется в пределах от 4-5 до 100 м, а протяженность достигает 0,5 км; падение линз преимущественно восточное от сравнительно пологого до крутого (рис. 29).



Рис. 29. Геологическое строение Белоусовского месторождения антигоритового художественно-декоративного змеевика;

- 1 – породы андреевской свиты (актинолит-эпидот-хлоритовые и другие сланцы,  $S_2-D_1$ ); 2 – антигоритовые серпентиниты, отчасти перекристаллизованные и карбонатизированные, с реликтами хризотилитовых (аллометаморфических) серпентинитов ( $D_2-D_3$ ); 3 – апосерпентинитовые тальк-карбонатные породы ( $D_3-C_1$ ); 4 – габбро-диабазы, актинолитизированные, эпидотизированные ( $D_1-D_2$ ); 5 – хлоритовые и хлорит-карбонатные породы, развившиеся на контакте габбро-диабазов с породами ультраосновного состава ( $D_3-C_1$ ); 6 – колонковые скважины

Названные серпентиниты – реликты небольшой протрузии (0,6x0,5 км) метаморфизованных гарцбургитов, подвергшихся интенсивному замещению тальк-карбонатными породами. В линзах серпентинитов, в тальк-карбонатных породах, на контакте тех и других, а также на контакте тальк-карбонатных пород (реже серпентинитов) с вмещающими алюмосиликатными породами



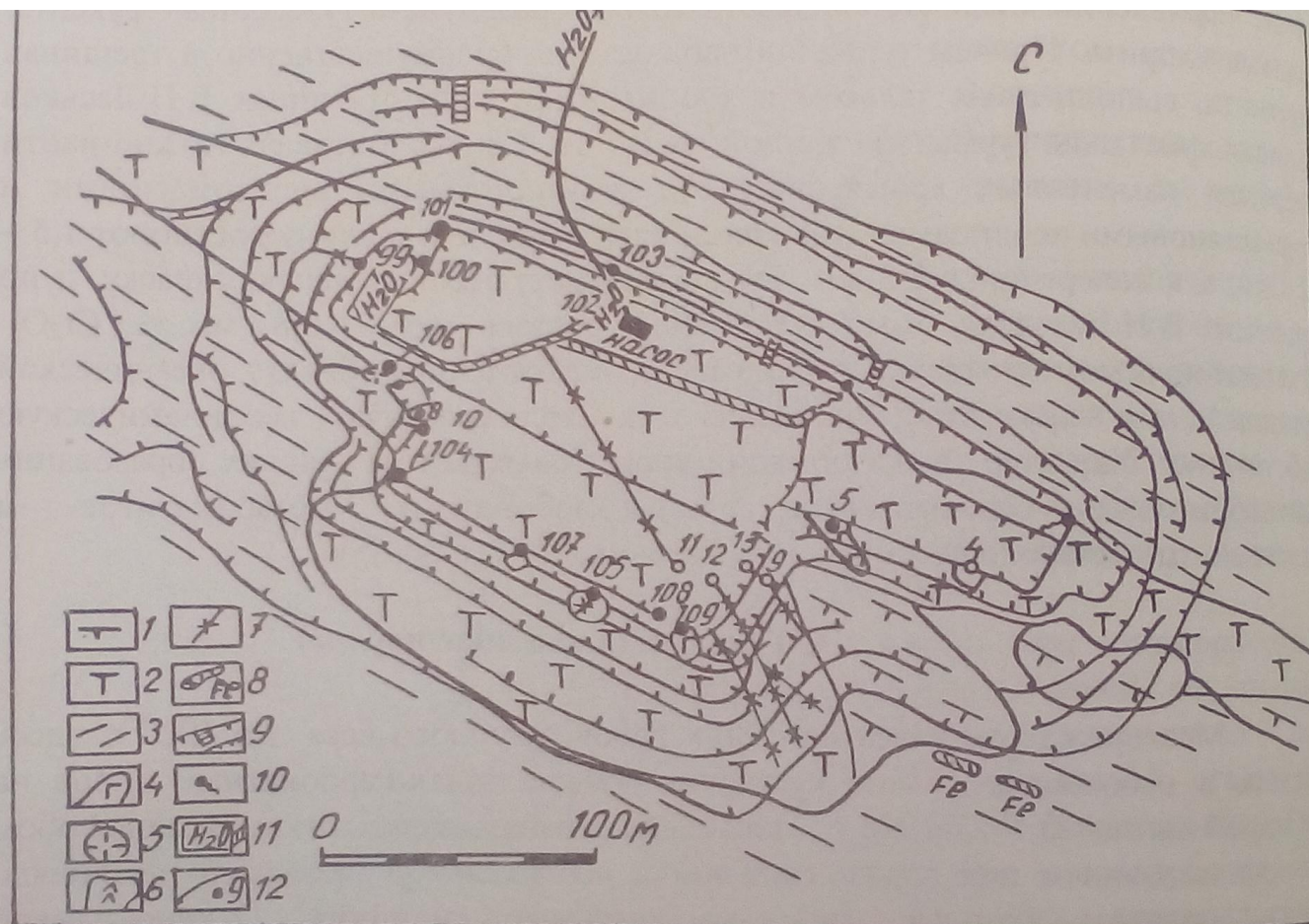


Рис.30. Геологический план карьера «Старая линза»:

1 – серпентиниты; 2 – тальк-карбонатные породы; 3 – филлитовидные сланцы; 4 – габброиды; 5 – плагиограниты; 6 – листвениты; 7 – хлоритолиты по дайкам основного состава; 8 – железистые кварциты; 9 – контуры бортов карьера и лестницы; 10 – выходы трещинных вод; 11 – дренажные каналы; 12 – точки наблюдений

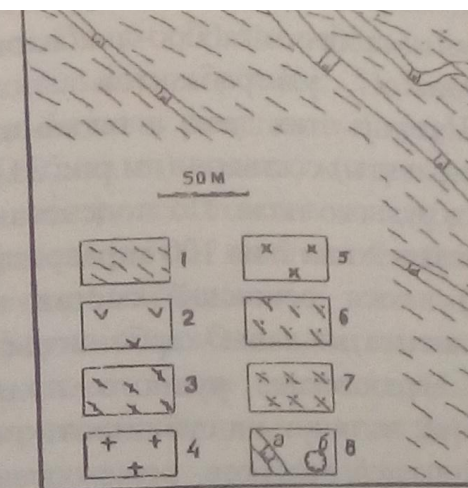


Рис.31. Геологический план карьера «Новая линза»:

По материалам Шабров  
1 – сланцы филлитовидные и плагиограниты (в контакте биметасоматическая зональность диориты; 6 – хлоритовые метасоматиты; 7 – хлоритовые метасоматиты; 8 – водосборный зумпф

В случае повышенного неустойчивым, в результате обвалов. Последние могут занимать значительную часть «Новая линза», месторождения фланг Березовского рудного комплекса (породе) приводит к ответственности дайки кислого компонента оказывается вполне



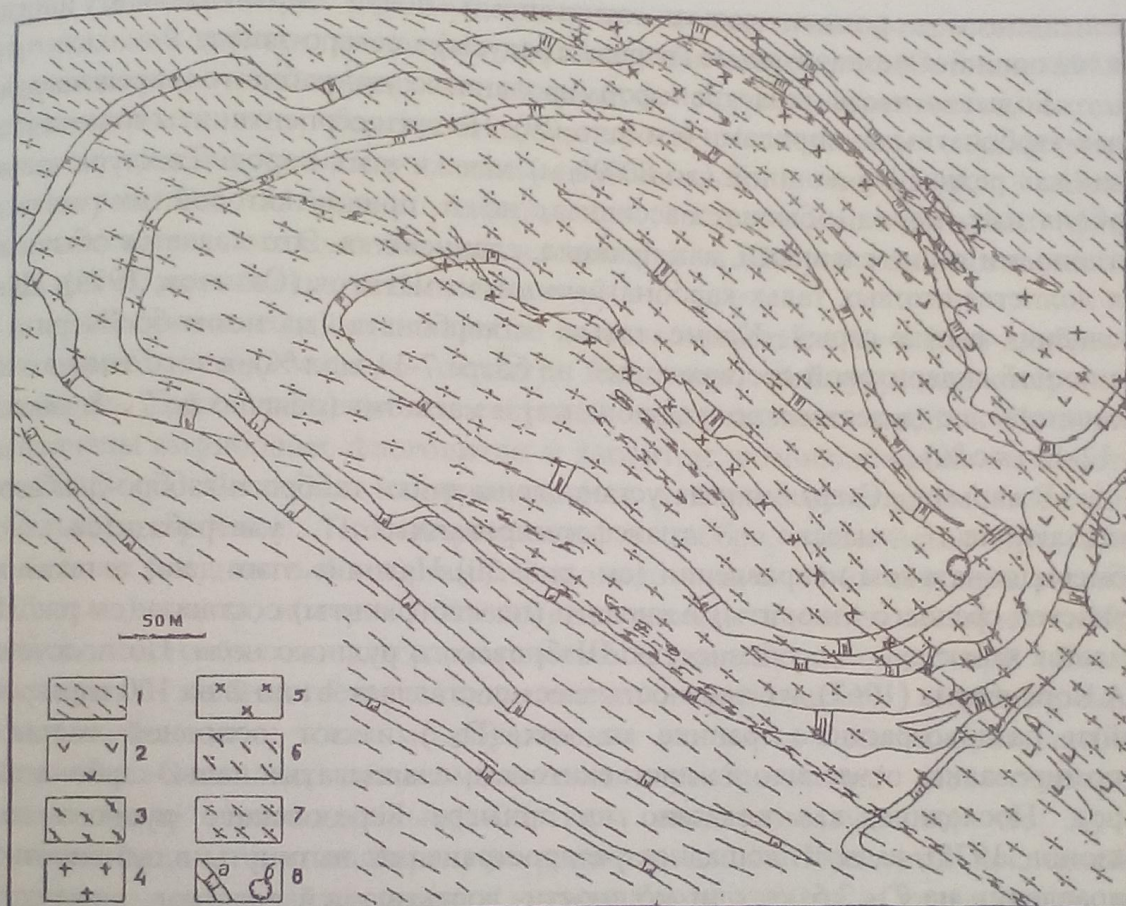


Рис.31. Геологический план карьера «Новая линза».

По материалам Шабровского комбината с дополнениями авторов:

1 – сланцы филлитовидные и др.; 2 – серпентиниты; 3 – амфиболиты; 4 – плагиограниты (в контакте с тальк-карбонатными породами развит биметасоматическая зональность – результат березитизации-лиственитизации); 5 – диориты; 6 – хлоритовые метасоматиты; 7 – тальк-карбонатные породы; 8 – карьер; а – борта, б – водосборный зумпф

В случае повышенного давления  $\text{CO}_2$  в системе серпентин становится неустойчивым; в результате образуются талькиты и тальк-карбонатные породы. Последние могут занимать значительные площади (карьеры «Старая линза», «Новая линза», месторождения Миасского района на Южном Урале, северный фланг Березовского рудного поля и др.). Повышенное содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в системе (породе) приводит к образованию хлорита. Обычно за глинозём ответственны дайки кислого – основного состава, но в ряде ситуаций этот компонент оказывается вполне подвижным. Рассмотренные условия в случае повышенного потенциала концентрации натрия способствуют формированию талькитов, иногда и в тальк-карбонатных породах альбита.

Основным элементом геологического строения Шабровского месторождения является метасоматически измененное тело



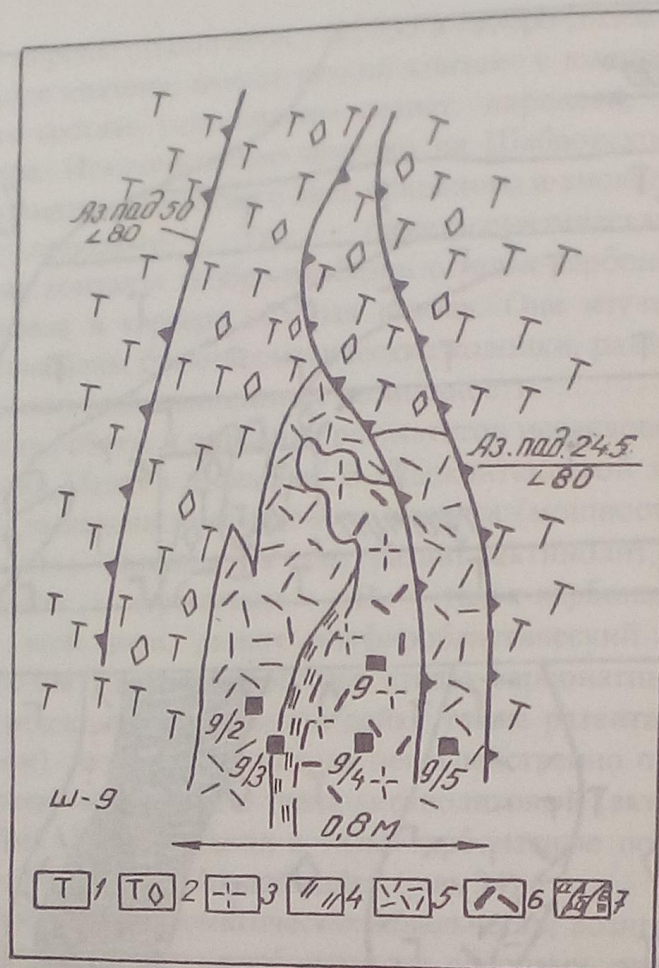


Рис.35. Биметасоматическая зональность на контакте дайки кислого состава с тальк-карбонатными породами:

1 – тальк-карбонатные породы; 2 – то же, с порфиробластическим карбонатом; 3 – дайка; 4 – зона развития фенгита; 5 – хлоритолит; 6 – турмалин; 7 – границы: тектонические (а) и зон метасоматитов (б)

Результаты химического анализа флогопитовой породы, взятой у контакта с зоной талькита, показаны в табл. 9. Альбит-флогопитовая порода сменяется (часто только с одной стороны) узкой (до 1 см) зоной фенгита, оптическая характеристика которого дана в табл.8.

Чешуйки фенгита имеют довольно крупные размеры – 1-3 мм и более, разнообразно ориентированы в породе. От флогопита, почти постоянно присутствующего в зоне, фенгит отличается полной прозрачностью и бесцветностью, от мусковита – высоким показателем преломления. Рентгенограмма фенгита совпадает с эталонной рентгенограммой ( $C_0 \sin \beta = 19,93 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,052$ ).

Зона фенгита сменяется маломощной флогопитовой зоной, сложенной мелкочешуйчатым флогопитом. По составу флогопит этой зоны более магнезиален, чем флогопит из альбит-флогопитовой зоны, но более железистый, чем из внешней части флогопитовой зоны лежачего бока (см. табл.9).



Приведем некоторые дополнительные данные в пользу такого вывода. Во-первых, мощность зон фенгита сильно выбивается из общей закономерности (она в 2-2,5 раза меньше по сравнению с той, что должна быть на основе оценки мощностей предшествующей и последующей зон колонки). Во-вторых, на Шабровском месторождении фенгит развит только с одного бока дайки кислых пород. Наконец, отчетливо устанавливается, что этот минерал развивается, замещая флогопит и альбит.

Данные о том, что на Шабровском месторождении широко развиты метасоматические колонки с совмещенной зональностью, фиксировались нами неоднократно.

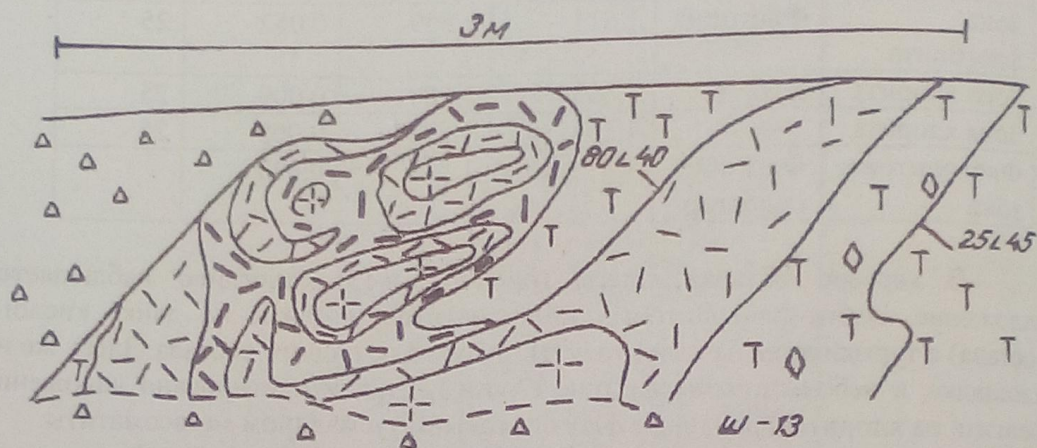


Рис.36. Наложение метасоматитов альбит-флогопитового состава с турмалином на хлоритолиты по дайке основного состава.

Условные обозначения те же, что на рис.35

Так, в западном борту карьера «Старая линза» (рис.38, т.н.99) в контактовой части дайки кислого состава фиксируется следующая зональность: талькит, хлоритолит, турмалин-хлоритовая порода, альбит-флогопитовая порода с турмалином, турмалиновая порода, турмалин-хлоритовая порода, талькит. Зональность такого рода можно наблюдать в ряде мест в восточной и северо-западной частях карьера. Заметим, что турмалин представлен шерлом. Его химический состав приведен в табл.10. Развитие турмалина отмечено преимущественно в следующих местах: 1) в контактах даек (чаще кислого состава, см. рис 34 - 36); 2) в зонах дробления в любой части тела биметасоматитов (см.рис.38); количество турмалина в метасоматитах сильно варьирует (от долей до 10-20 мас.%).

Наиболее часто в парагенезисе с шерлом в шабровских биметасоматитах встречается альбит, хлорит, фенгит и кварц (см. рис.35 - 38). Альбит (№4-5), как правило, представлен мелкими изометричными (0,05-0,25 мм) зернами.

Крупные (до 1,5-2 мм) ориентированные чешуйки хлорита плеохроируют от светло-зеленого по Ng до бесцветного по Nr. Оптические свойства хлорита приведены в табл.11. Кристаллы турмалина в большинстве своем расположены в плоскости сланцеватости хлоритовой породы.



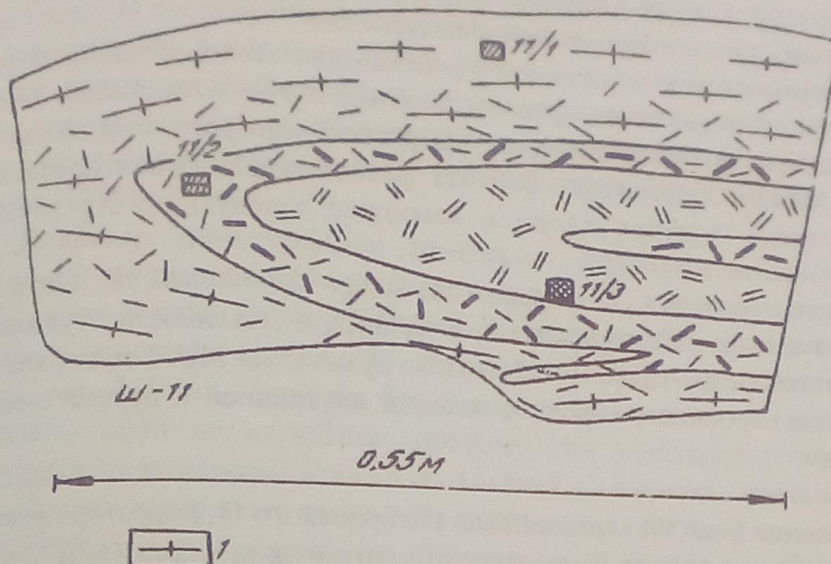
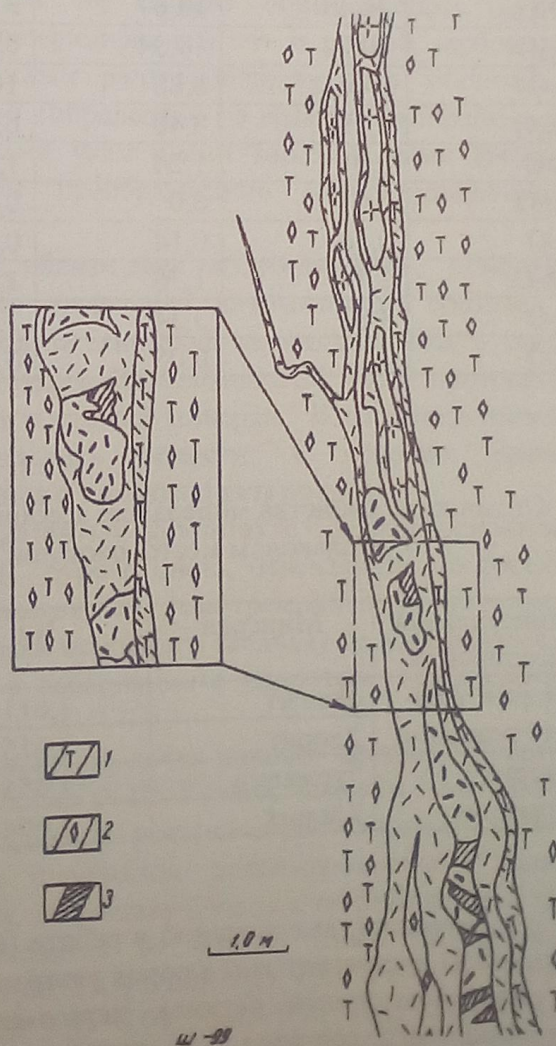


Рис.37. Наложение фенгита на хлоритизированные флогопит-турмалиновые метасоматиты: 1 – флогопит; остальные условные обозначения те же, что на рис.35.

Рис.38. Метасоматическая зональность, развитая на контакте дайки кислого состава с тальк-карбонатными породами: 1 – зона тальцитов с редкими кристаллами гематита; 2,3 – жилы: карбонатная (2) и кварцевая (3); остальные условные обозначения те же, что на рис.35





серпентиниты является полистадийным процессом. Сначала эти породы лизардитизируются во всем объеме сложенных ими массивов. Затем лизардитизированные ультрабазиты хризотилизируются и позднее отчетливо вдоль зон разломов антигоритизируются. На диаграмме (см. рис. 39) все это "происходит" в одной точке "Sp". Провоцируется развитие серпентинизации водным раствором при  $T=450-500\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В случае, если в системе повышается активность углекислоты, будут образовываться тальк (в незначительном количестве) и карбонат. Это прослежено нами в шлифах и выше уже охарактеризовано. Присутствие в массивах ультрабазитов даек основного состава усложняет систему, в нее добавляются  $\text{CaO}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . В результате появляются парагенезисы с актинолитом, эпидотом, хлоритом (см. рис. 39).

Большой набор минеральных парагенезисов свойствен тальк-карбонатным месторождениям. Для тальк-карбонатных и тальковых метасоматитов антигоритовые серпентиниты являются исходным субстратом. В связи с тем, что на Шабровском месторождении развито большое количество (1 или 2 на 100 пог. м) даек кислого и основного состава и получили распространение не только метасоматические, но и биметасоматические процессы, возник большой набор разнообразных метасоматитов. Из диаграммы видно, что наиболее широко распространенный парагенезис ( $\text{Ta}+\text{Kb}$ ), имеющий к тому же, важнейшее практическое значение, образуется в результате замещения антигорита. Движущая сила такого замещения - активность углекислоты. При понижении величины этого параметра и повышении  $T$  образуется тальк.

Указанные выше дайки являются источником кальция, алюминия и щелочей. В связи с этим система усложняется, набор парагенезисов в ней существенно увеличивается (см. рис. 39). Прежде всего при относительно высокой  $T$  возникают парагенезисы с андрадитом и эпидотом (родингиты), актинолитом, антофиллитом, биотитом. Снижение  $T$  приводит к замещению актинолита хлоритом, биотита фенгитом или мусковитом. Дальнейшее понижение  $T$  и увеличение потенциала концентрации  $\text{CO}_2$  обуславливает развитие березитизации-лиственитизации, продуктам которой свойственны парагенезисы:  $\text{Kv}+\text{Ce}+\text{Kb}$  (доломит-анкерит) и  $\text{Kv}+\text{Fu}+\text{Kb}$  (магнетит-брейнерит).

Очевидно, родингиты следует рассматривать как производную другой, не ультрабазитовой, системы. Доказательства этого: развитие их в габбро-диабазам и пунктирная коннода на диаграмме (см. рис. 39).

Подчеркнем, что имеются данные по экспериментальному изучению системы  $\text{MgO} - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$  при  $P=1\text{ кбар}$  (Johannes, 1969). Главные результаты этой работы следующие: 1) непосредственное замещение серпентинитов лиственитами возможно при  $T < 310\text{ }^{\circ}\text{C}$  и при концентрации  $\text{CO}_2$  в растворе меньше 0,04 мол.%; 2) преобразование серпентинита в тальк обуславливается воздействием раствора с  $T > 310\text{ }^{\circ}\text{C}$  и незначительной (меньше 0,04 мол.%) концентрацией  $\text{CO}_2$ ; 3) образование тальк-карбонатных пород по серпентинитам происходит в широком интервале температур ( $310-500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) при содержании  $\text{CO}_2$  в растворе 0,044-0,09 мол.%; 4) замещение существенно тальковых пород лиственитами обуславливается понижением  $T$  растворов (от 470 до  $310\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и возрастанием концентрации  $\text{CO}_2$  них (от 0,04 до 0,8 мол.%).

Заканчивая параграф, приведем краткую характеристику месторождения «Гематитовая горка» Шабровского рудного поля, которое является достаточно



оригинальным по геологическому строению и было широко известным в конце XIX и начале XX вв. как главный источник «гематита – кровавика» для ювелирной промышленности. Оно расположено на расстоянии 5 – 6 км на юго-восток от карьера «Новая линза», локализуется в антигоритовых серпентинитах, большей частью превращенных в тальк-карбонатные метасоматиты, аналогичные шабровским. Среди них на небольшой площади концентрируется серия жил «благородного» талька бледно-зеленоватой окраски. В жилах, кроме талька и доломита, встречаются довольно крупные кристаллы гематита (рис. 40).

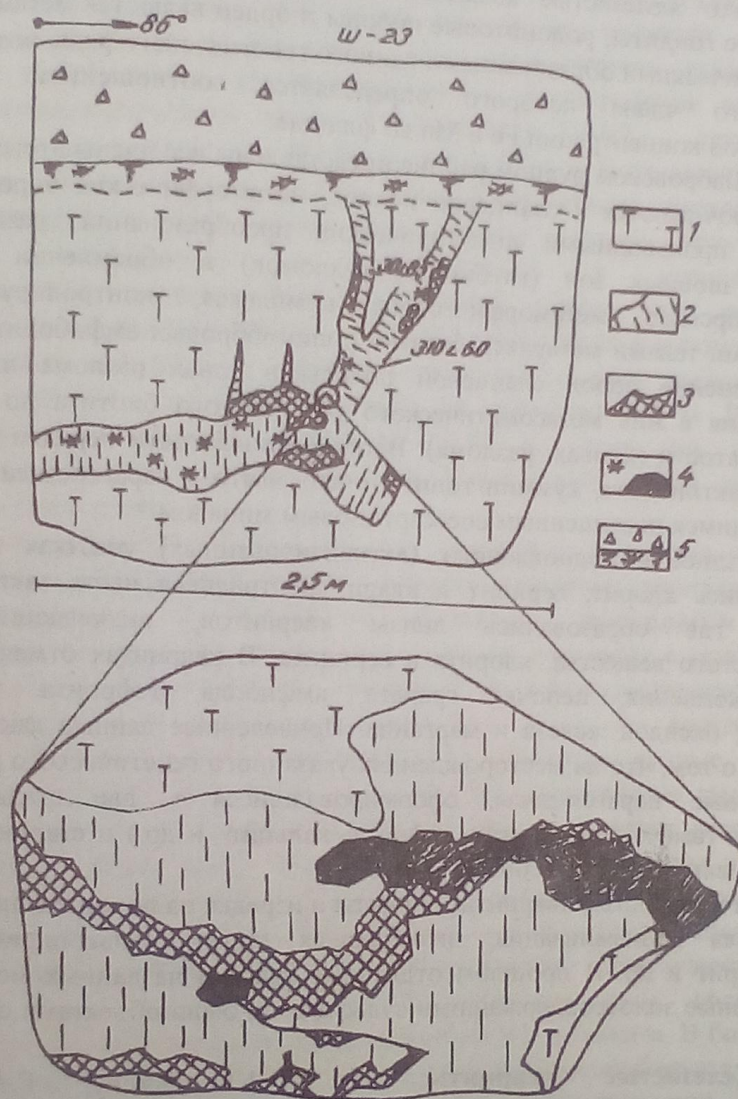


Рис. 40. Зарисовка забоя шурфа на месторождении «Гематитовая горка»:  
1 – тальк-карбонатные породы; 2 – жилы благородного талька; 3 – блочные кристаллы гематита; 4 – кристаллы гематита (кровавика); 5 – отвалы

Гематит-кровавик добывался также и из россыпей, расположенных вокруг этого месторождения. Кристаллы гематита имеют таблитчатый облик и совершенную огранку. Размеры по оси С от 0,2 до 4 см. Но известны находки и



очень крупных кристаллов-до 8 см в поперечнике (и мощности самих жил невелики, в забоях современных копей они составляют от 3-4 до 10-25 см. (см. рис. 40). Последовательность кристаллизации минералов в жилах: тальк → доломит → гематит.

#### 4.1.2.4. Железистые кварциты, гондиты и родониты

**Общие сведения.** В.Н.Лукошков (1972, 1983), пожалуй, первым показал, что железистые кварциты (иногда с марганцовистым гранатом), железистые гондиты, родонитовые породы и орлец являются метаморфогенно-метасоматическими образованиями единого генетического ряда, возникновение конкретного члена которого определяется соотношением химических потенциалов концентрации Fe и Mn во флюиде.

В Шабровском рудном районе представлены все члены этого ряда. Здесь они приурочиваются к сланцевой полосе, метаморфические породы которой являются производными диафторических преобразований, развившихся в пределах шовных зон (глубинных разломов) в обрамлении Сысертско-Ильменогорского метаморфического комплекса, контролируемых узко вытянутыми телами метаультрабазитов и апогаббровых амфиболитов (см. рис. 28). Изменение пород сланцевой полосы в зонах разлома начинается с образования в них метасоматического таблитчатого биотита по плоскостям трещиноватости (кливаж разлома). Вдоль сланцеватости нередко фиксируется развитие актинолита, куммингтонита, очень часто в парагенезисе с гранатом, отличающимся повышенным спессартиновым миналом.

Позднее в подновленных (активизированных) участках зон разлома образовались хлорит, серицит и кварц. Центральная часть таких зон была местом, где образовались линзы кварцитов, включающие реликты углеродистого вещества, хлорита и серицита. В кварцитах отмечаются также зерна, скопления, цепочки граната, амфибола, тефроита, родохрозита, родонита, оксидов железа и марганца. Приведенные данные дают основание говорить о том, что на месторождениях указанного генетического ряда развиты минеральные парагенезисы, сформировавшиеся в две стадии: раннюю щелочную (амфиболы, биотит, тефроит, кальцит и др.) и стадию кислотного выщелачивания (кварц, серицит и др.).

На железистые кварциты, гондиты и изредка на родониты накладывается сульфидная минерализация, включающая пирит, халькопирит, сфалерит, арсенопирит и др. В прошлом отдельные участки названных метасоматитов, обогащенные золотосодержащими сульфидами, были объектами старательской добычи.

**Железистые кварциты.** По Г.А.Кейльману, Г.А.Глушковой, В.Н.Лукошкову и Ю.Д.Панкову, месторождения железистых кварцитов Урала, в том числе и Шабровского рудного района, контролируются зонами разлома (межблоковыми шовными зонами), по которым интенсивно проявлены расланцевание, катаклаз, широкое развитие получили бластомилониты. Разломы обычно закладываются на границе разнородных по механическим свойствам блоков пород. В них (разломах) часто присутствуют, что уже отмечалось, сильно вытянутые тела метаультрабазитов и апогаббровых амфиболитов. Все породы (ультрабазиты, базиты, а также кремнистые осадки, обогащенные Fe и Mn), имеют первичную островодужную природу.



В пределах Шабровского рудного района хорошо изученными являются *Шабровское, Северо-Шабровское и Южно-Шабровское* месторождения железистых кварцитов. Его рудные тела – магнетитовые кварциты, кроме кварца и магнетита, состоящие из гематита и граната (последний содержит до 25-35% спессартинового минала), имеют массивную, а также неясно полосчатую текстуру. Довольно часто в рудных телах фиксируются сульфиды (пирит, халькопирит, арсенопирит и др.). По Ю.Д.Панкову (1984), тела железистых кварцитов залегают в метаультрабазах, представленных актинолитовыми сланцами. Между последними и кварцитами развиты магнетит-хлоритовые сланцы. По этому же автору, магнетит кварцитов замещается биотитом и мусковитом. Этот исследователь указал состав вмещающих пород, исходя из представлений о формировании железистых кварцитов метасоматическим путем. Г.А.Глушкова (1976), проводившая поиски железистых кварцитов в Шабровском районе и выполнившая оценку Шабровского, Северо-Шабровского и Южно-Шабровского месторождений, отмечает, что рудные тела имеют очень крутое падение, приурочены к Шабровской моноклинали и локализуются в серицит-графит-микрокварцитовых сланцах. Зона проявления рудных тел железистых кварцитов имеет северо-западное простирание, длину около 6 и ширину до 1,5 км. В этой зоне, по данным магнитометрической съемки, выделены тела железистых кварцитов, мощность которых не превышает 10 м. Расстояние между названными телами составляет 35-40 м. Тела без перерывов протягиваются через всю указанную зону. Химический состав железистых кварцитов показан в табл. 14.

Для центральной части рудных тел характерны пятнистая и сетчатая текстуры. Первая обусловлена главным образом «пятнами» расположенными рудными агрегатами, а вторая – обильными прожилками кварца, пересекающими породу в различных направлениях. Магнетит в рудных телах встречается обычно совместно с гематитом и преимущественно в виде прожилков. Зерна этих минералов мелкие (от сотых до десятых долей миллиметра). Довольно часто отмечаются и пятнистые рудные агрегаты, причем в этих случаях центральная часть «пятен» представлена гематитом, а внешняя – магнетитом. Содержания окиси марганца составляют десятые доли процента. Тем не менее среди железистых кварцитов встречены небольшие линзы, содержащие значительное количество зерен граната, по данным анализа, – спессартин (см. табл. 14, №11). Интересны контактовые соотношения кварцитов с вмещающими породами. В кварцитах, преимущественно в контактовой части, которая отличается незначительным содержанием магнетита, отмечено образование вторичного биотита и граната. В боковых же породах фиксируется образование магнетита и редких чешуек биотита.

В кварцитах, кроме уже указывавшихся кварца, магнетита, гематита, граната, биотита и сульфидов, иногда отмечаются амфибол (куммингтонит?) и биотит. Количество рудных минералов в рудных телах достигает 50-60 об. %.

Несколько подробнее о рудовмещающем комплексе. Согласно Г.А.Глушковой (1976), в нем существенна роль амфиболитов. Амфибол в них представлен актинолитом и сине-зеленой роговой обманкой, а плагиоклаз – альбит-олигоклазом и более основной, реликтовой разностью. В амфиболитах иногда в небольшом количестве развиваются кварц и эпидот. Отмечено замещение амфибола биотитом и магнетитом. Выше отмечалось, что



Ю.Д.Панков считает амфиболиты метаультрабазиитами. Г.А.Глушкова на основании изучения химизма этих пород, а также текстурно-структурных их особенностей полагает их происхождение по основным вулканитам.

Среди пород рудовмещающего комплекса существенна роль милонитов, филонитов, превращенных в кварц-серицитовые и кварц-хлоритовые с мусковитом сланцы филлитовидного облика. В этих сланцах иногда фиксируется наложенный биотит. Он замещает хлорит и серицит, его количество иногда столь значительно, что возможно выделение сланцев кварц-разности. Наряду с этими сланцами развиты кварцитовидные их тонкораспыленный графит, фиксируется наложенный биотит. Из рудных минералов отмечены магнетит, гематит и пирит.

В пределах рудного поля Шабровского месторождения породы метаморфизованы в зеленосланцевой фации (парагенезис актинолит+эпидот+альбит+кварц возник по вулканитам средне-основного состава, а серицит+хлорит+кварц – по пелитам). На участках, примыкающих к рудным телам, отмечается локальное повышение уровня метаморфизма. Здесь появляются биотит (замещает хлорит и серицит), а также гранат и куммингтонит.

**Гондиты-родониты.** Это породы, состоящие преимущественно из кварца и спессартина, с различными количествами родонита, родохрозита, бустамита, тефроита и других марганецсодержащих силикатов, образованные в результате метаморфогенно-метасоматического преобразования пород (осадочных, вулканогенно-осадочных и вулканогенных). Выделяются следующие разности гондитов, содержащих марганец в повышенных количествах: амфиболовые, родохрозитовые, родонитовые, железистые и другие (Лукошков, 1983).

Гондиты железистые, нередко золотоносные, развиты достаточно широко в Шабровском районе. В частности, они в виде цепочки элювиальных и элювиально-делювиальных развалов глыб и редких коренных обнажений прослеживаются почти непрерывно от железнодорожной ветки ст. Сысерть – Тальковский комбинат до железнодорожной линии Свердловск – Челябинск и далее, т. е. на расстояние не менее 5 км. Геологическая позиция гондитов (их контроль зонами разломов, приуроченность к полосе зеленосланцево-измененных пород и др.) аналогична таковой железистых кварцитов.

Внешняя часть метасоматического ореола на месторождениях гондитов представлена интенсивно серицитизированными и окварцованными двуслюдяными сланцами с гранатом и амфиболом и нередко с тонкораспыленным углеродистым веществом. Во внутренней части ореола развиты перекристаллизованный кварц с гранатом и амфиболом, распределенными гнездами и струйчато (типичные гондиты). Внутри последних установлены линзы и неправильной формы обособления родонитовых гондитов и орлеца (родонита). В гондитах и родонитах отмечены такие сульфиды, как пирит, халькопирит, сфалерит, пирротин, пентландит, блеклые руды. Набор этих минералов является типоморфным для золоторудных месторождений кварц-жильного и прожилково-вкрапленного типов. Однако на золото ни один из указанных метасоматитов не изучен.

Выше уже неоднократно подчеркивалась геологическая и генетическая общность родонитов с железистыми кварцитами и гондитами. При этом под



родонитом понимается порода, хотя это минерал, придающий ей декоративный облик. Порода правильнее называть *орлец*. Наличие в окружающих орлец метасоматических зонах и в самом родоните парагенезисов марганецсодержащих силикатов и карбоната с кварцем (чаще всего марганецсодержащего граната – спессартина) позволяет отнести породу «орлец» и сопутствующие ей метасоматиты к гондитам и рассматривать все разновидности метасоматических пород с одних позиций. Синхронность образования различных разновидностей гондитов, в том числе и родонитов, можно видеть на рис. 41.

На рисунке хорошо виден переход от метаморфических слюдясто-углеродисто-кварцевых сланцев к кварцитам (гондитам) с родонитом. В сланцах отчетливо прослеживается развитие таблитчатого биотита по трещинам кливажа-разлома. В центральных зонах биотит замещается амфиболом и марганцевым гранатом. В кварцитах (гондитах) развиты новообразованные гранат и амфибол. По мере приближения к родониту в гондитах уменьшается количество амфибола и увеличивается количество граната, появляются небольшие линзочки родонита. Линзочки родонита обычно оторочены зонками граната (Серков, 1989).

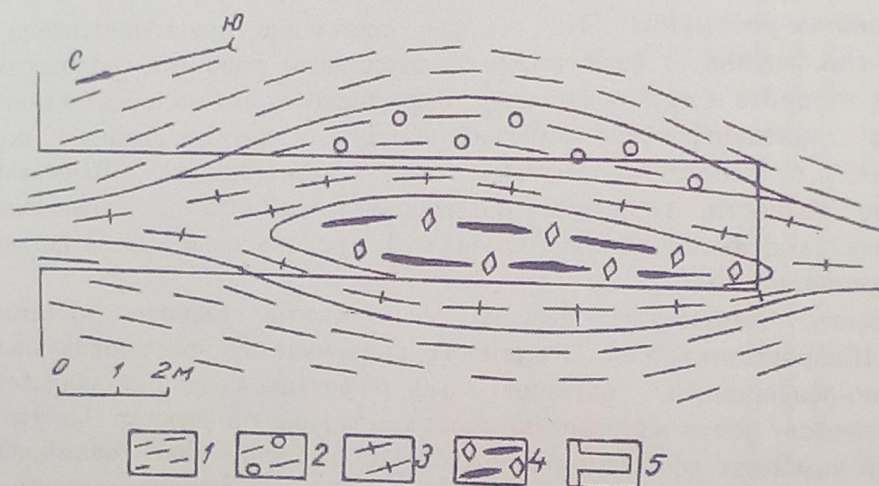


Рис. 41. Метасоматическая зональность в обрамлении кварцитов с родонитом (Мало-Седельниковское месторождение родонита).

По (Серков, 1989), с дополнениями авторов:

- 1 – метаморфические слюдясто-углеродисто-кварцевые сланцы; 2 – сланцы с линзами гондитов; 3 – амфиболовый гондит; 4 – кварцит с линзочками родонита; 5 – контур горной выработки

Поскольку и те, и другие метасоматиты охарактеризованы и многие вопросы, с ними связанные, обсуждены в многочисленных публикациях (Глушкова, 1976; Лукошков, 1983; Панков, 1984; Серков, 1989; Огородников, 1995; Брусницын, 1998 и др.), постольку здесь представляется целесообразным остановиться только на типоморфных чертах наиболее известного (более 200 лет), значительного и самого представительного во всем Уральском регионе



Мало-Седельниковского и последнего из отрабатываемых Кургановского месторождений (рис. 42, 43).

Геологическое строение объектов весьма простое: главных элементов его геологии два – антигоритовые серпентиниты, углеродисто-кварцевые и слюдисто-кварцевые сланцы. Среди последних залегают тела родонитов (см. рис. 43). Минеральный состав сланцев: кварц (основная масса), биотит и мусковит (до 15-20 об.%), единичные порфиробласты граната, примесь пиритной «пыли». Среди сланцев фиксируются прослои и линзы сильно окварцованных графитистых пород, состоящих из кварца (основная масса), дисперсного графита (2-3 об.%), мусковита (до 3-4 об.%) и мельчайших зернышек пирита. Среди этих кварцитов наблюдаются зоны, обогащенные новообразованными гранатом (спессартином), амфиболом, магнетит-гематитом, что свидетельствует об их метасоматическом происхождении и правомочности отнесения их к гондитам.

«Рудное тело» неоднородно: в краевых его зонах наблюдаются блоки светлых, желтоватых, массивных, грубозернистых кварцитов с «пятнами» темных. Светлые кварциты имеют массивную или пятнистую текстуру, сложены разномасштабным кварцем (основная масса), дисперсным графитистым веществом, единичными порфиробластами или в виде цепочечного распределения желтоватого граната размером 0,2-0,7 мм. В этих породах участки, выполненные мелкозернистым кварцем с графитистым веществом и розетками актинолита, нередко чередуются с грубозернистым. Темные («рудные») кварциты массивные, гранобластовой структуры, состоят из кварца (основная масса) и гидрооксидов марганца (до 10-40 об.%), распределенных пятнами и в виде тонкопрожилковых обособлений. В межзерновых пространствах встречены единичные зерна (до 0,1 мм) граната.

В центральной части «рудного тела» развиты метасоматические образования сложного состава. Главная их составляющая – родонит и спессартин с примесью (переменное количество) бустамита, тефронита, кварца, родохрозита, тремолита и эпидота, а также гидрооксидов марганца и «пиритной пыли». В рассматриваемом теле выделяются кварциты с сыпью граната и иголочками актинолита. Выделяются участки, обогащенные тремолитом. Кроме того, он совместно с кварцем выполняет трещины в породе. Карбонат фиксируется в виде самостоятельных скоплений или же сростаний с криптокристаллическим спессартином. То же самое относится к эпидоту. Состав центральной части «рудного тела» очень неустойчив – существенные колебания в минеральном составе можно наблюдать даже в пределах одного шлифа.

В рассматриваемой части «рудного тела» широко представлены и розовые пятнистые родониты, и гранатовые гондиты. Кроме родонита, в составе рудного тела установлены бустамит, спессартин, кварц, примесь оксидов и гидрооксидов марганца и «пиритной пыли». Здесь родонитовые участки чередуются со спессартиновыми. Весьма часто наблюдается мозаичный спессартин. Здесь же отмечаются, но в меньшем количестве, кварц-гранатовые метасоматиты (гондиты) вишневатого цвета.



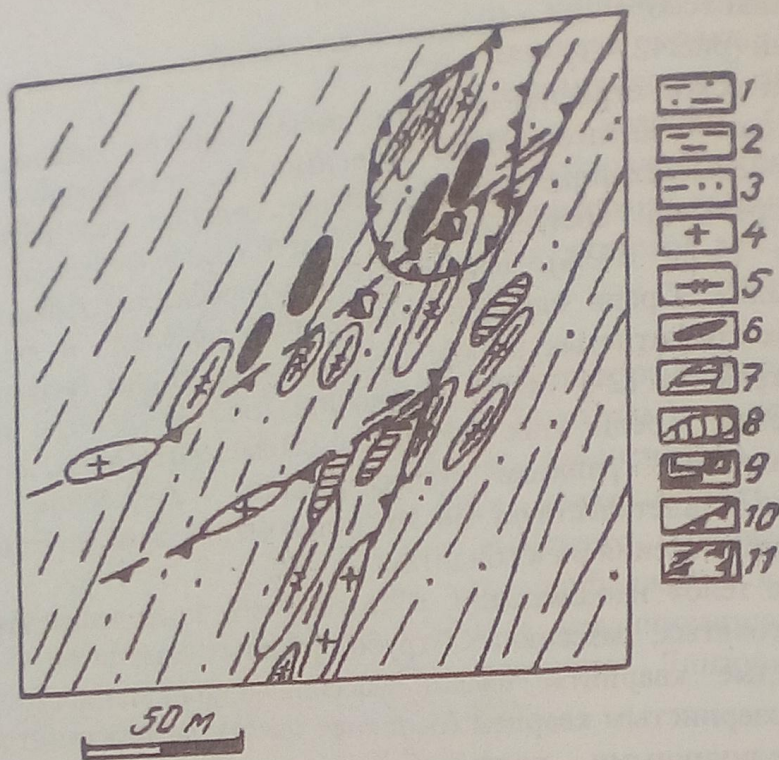


Рис.42. Геолого-структурная схема Мало-Седельниковского месторождения родонита (орлеца).

По (Серков, 1989) с дополнениями авторов:

1 – биотит-углеродисто-кварцевые сланцы и углеродистые кварциты; 2 – биотит-кварцевые сланцы; 3 – серицит-кварцевые сланцы; 4 – зоны развития приразломных эйситов (принимались ранее за дайки плагиогранитов); 5 – кварциты; 6 – выходы тел орлеца с оторочками гранатовых гондитов на поверхность; 7 – проекции амфиболовых и родонитовых гондитов в плане; 8 – проекции тел орлеца и гондитов на вертикальную плоскость; 9 – горные выработки; 10 – карьер «Большая орлецовая копь»; 11 – зоны тектонических нарушений



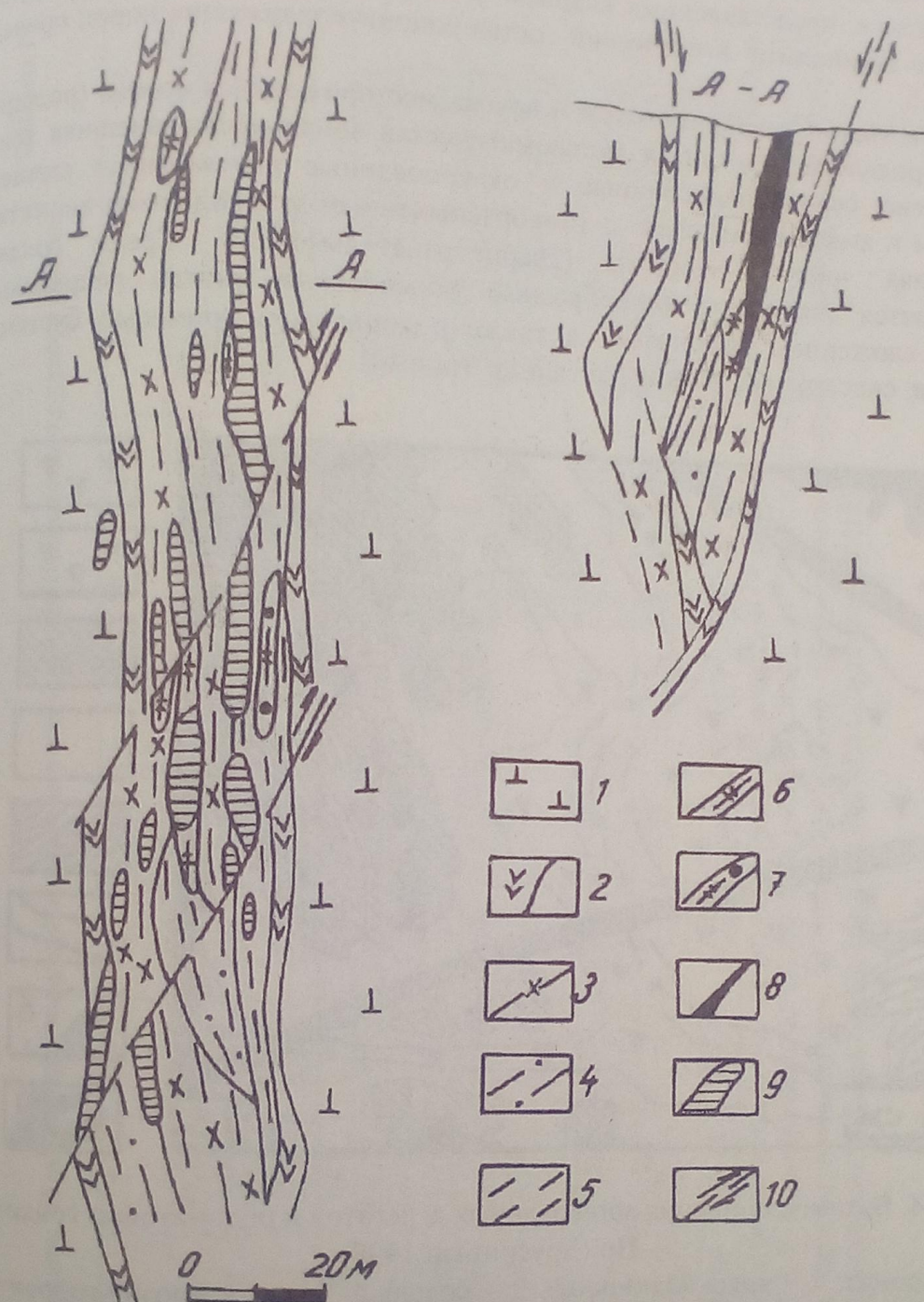


Рис. 43. Геолого-структурная схема Кургановского месторождения родонита (орлеца). По (Серков, 1989) с дополнениями авторов: 1 – антигоритовые серпентиниты; 2 – тальк-хлоритовые, актинолитовые и хлоритовые метасоматиты; 3 – серицит-хлорит-кварцевые сланцы; 4 – углеродисто-кварцевые сланцы; 5 – биотит-кварцевые сланцы; 6 – кварциты и гондиты различного состава; 7 – родонитовый гондит; 8 – рудные тела родонита (орлеца); 9 – проекции тел орлеца и родонитовых гондитов на горизонтальную плоскость; 10 – зоны тектонических нарушений



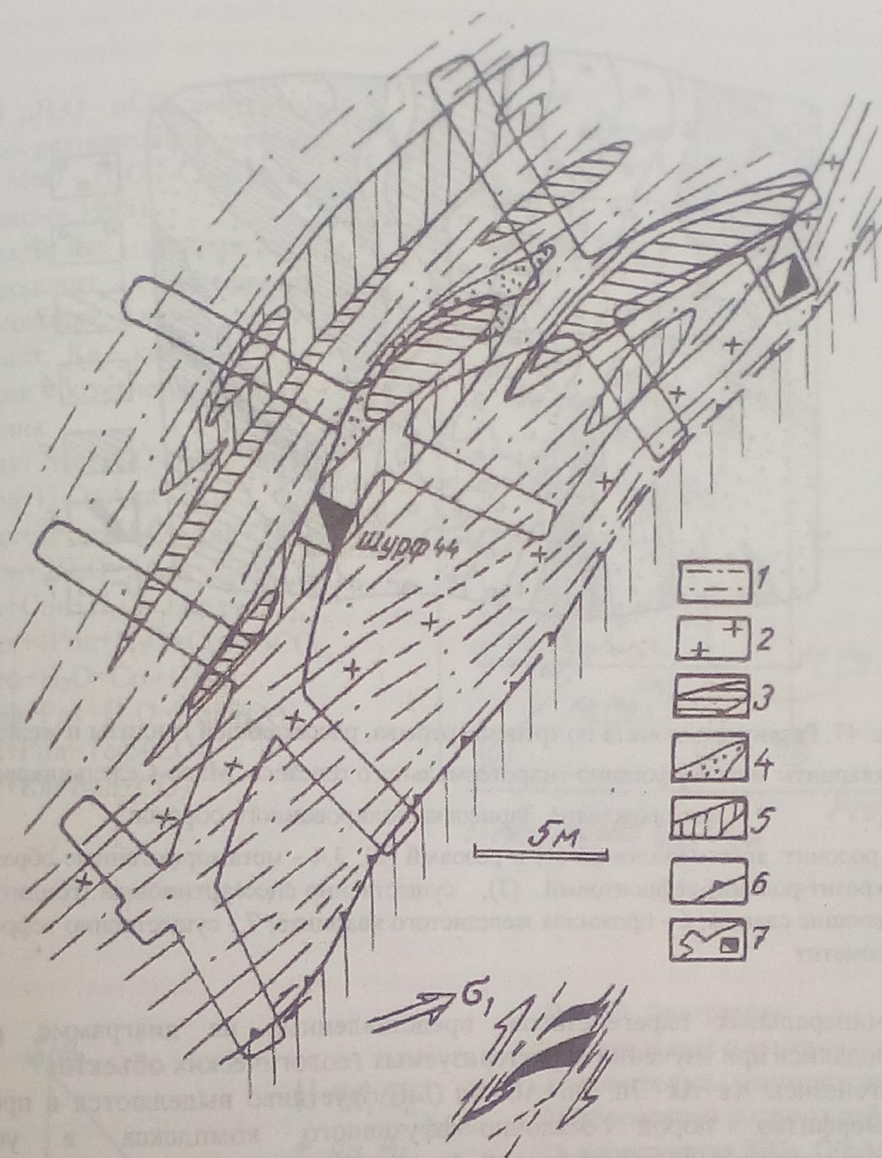


Рис. 46. Геолого-структурная схема Мало-Седельниковского месторождения родонита (орлеца). Шурф 44, гор. 282 м. По (Серков, 1989 с дополнениями авторов):

1 – биотит-углеродисто-кварцевые сланцы и углеродистые кварциты; 2 – зоны развития приразломных эйситов, принимаемых ранее за дайки плагиогранитов; 3 – тела орлеца с оторочками гондитов в выработках; 4 – зоны родонитовых гондитов, 5 – зоны амфиболовых и гранатовых гондитов; 6 – зоны тектонических нарушений; 7 – горные выработки. В нижней части рисунка дана схема образования трещин отрыва при сдвиговых дислокациях



трещин и в зальбандах полостей. В центральной части полостей за счет реакции кремнезема (поступает из боковых пород) с родохрозитом образуется родонит (см. рис. 46). Интересно, что в гондитах, вмещающих тела родонитов, по мере приближения к последним уменьшается количество амфибола, а граната, наоборот, увеличивается. Причем в этом направлении возрастает марганцовистость последнего минерала (содержание спессартинового минерала увеличивается с 18 до 35%). Минеральные преобразования при формировании родонитовых тел сопровождаются значительным увеличением известковистости и марганцовистости данных метасоматитов (см. рис. 49).

*Гондиты как возможное сырье для камнерезного производства.* Родонит на сегодня является дефицитным камнем. В какой-то мере его могут заменить разнообразные гондиты и в первую очередь кварц-гранатовые разности. Особенно привлекательны образцы гондитов с тонколинзовиднополосчатой текстурой. Коричневый цвет таких гондитов в полированном виде близок к таковому полированных благородных разновидностей дерева. Изделия из гондитов (шкатулки, вазы, пепельницы и др.) отличаются «теплотой», весьма эстетичны.

#### 4.1.2.5. Золоторудные месторождения

В этом параграфе рассматриваются как собственно золоторудные, так и золотосодержащие марганцовые и родонитовые объекты.

*Шабровское* месторождение расположено в юго-восточной части рудного поля (рис. 51). Здесь в сланцевой полосе развита большая гамма разнообразных сланцев, но среди них преобладают кварц-серицитовые, существенно кварцевые и хлорит-серицит-кварцевые разности. В сланцах установлена серия кварцевых жил, наиболее значительными из них по масштабам и интенсивности минерализации являются Главная, Воздвиженская, Лоскутниковская и Вагинская.

Сначала (1827 г.) в районе были открыты золотоносные россыпи. Позднее (1898 г.) в районе Воздвиженской россыпи была открыта золотоносная кварцевая жила, эксплуатация которой продолжалась до 1908 г. Позже, с перерывами, до 1925 г., здесь велись поиски золотоносных кварцевых жил с проходкой магистральных канав. Кстати, отвалы последних хорошо сохранились, по ним можно уверенно вести крупномасштабное картирование площади месторождения.

На Главной жиле была заложена шахта «Доброжелатель» (см. рис. 51). Жила отработана до глубины 49, 6 м. Длина отработанного интервала 90 м. Некоторые другие (более мелкие) жилы отработаны до глубины около 39 м, по уровень грунтовых вод.

В 1930 - 31 гг. П.И.Кутюхиным и П.И.Суриковым открыта новая кварцевая жила, в которой при отработке встречено несколько гнезд золота. В 1948 - 49 гг. В.М.Медяковым выявлена Вагинская жила, установлено присутствие золота (0,4 - 2,9 г/т) в минерализованных сланцах, изучена золотоносность сланцев, сосредоточенных в отвале шахты «Доброжелатель».



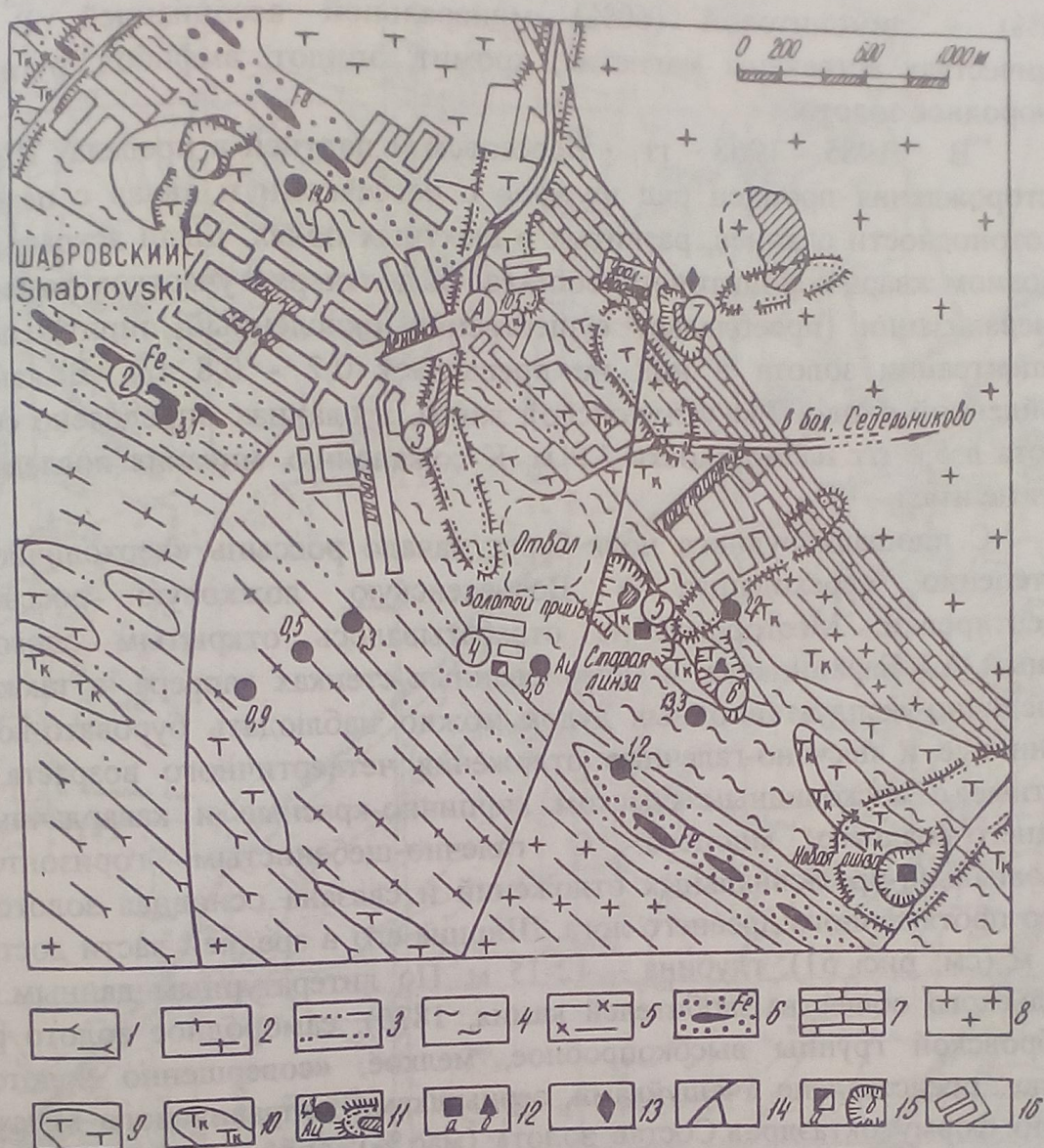


Рис.51. Схематическая геологическая карта Шабровского рудного поля:

1 – амфиболиты; 2 – актинолитовые сланцы; 3 – серицито-кварцевые сланцы с карбонатом; 4 – филлиты; 5 – серицит-хлоритовые сланцы; 6 – железистые кварциты; 7 – мраморы; 8 – гранодиориты порфиоровидные; 9 – серпентиниты; 10 – тальк-карбонатные породы; 11 – золотопроявления и контуры россыпей; 12 – месторождения талька (а) и змеевиков (б); 13 – месторождения мраморов; 14 – тектонические нарушения; 15 – шахта (а) и контуры карьеров (б); 16 – поселок Шабры

материал проб - минерализованные и неминерализованные (по микроскопической оценке) сланцы кварц-серицитового, серицит-хлоритового и существенно кварцевых составов. Содержание золота в штучных пробах сланцев до 1,5 г/т, а кварцитовидных - 2,5 г/т. Группой подистых сланцев до конца 90-х годов была промыта дресва серицит-Г. Баранова (УГ)



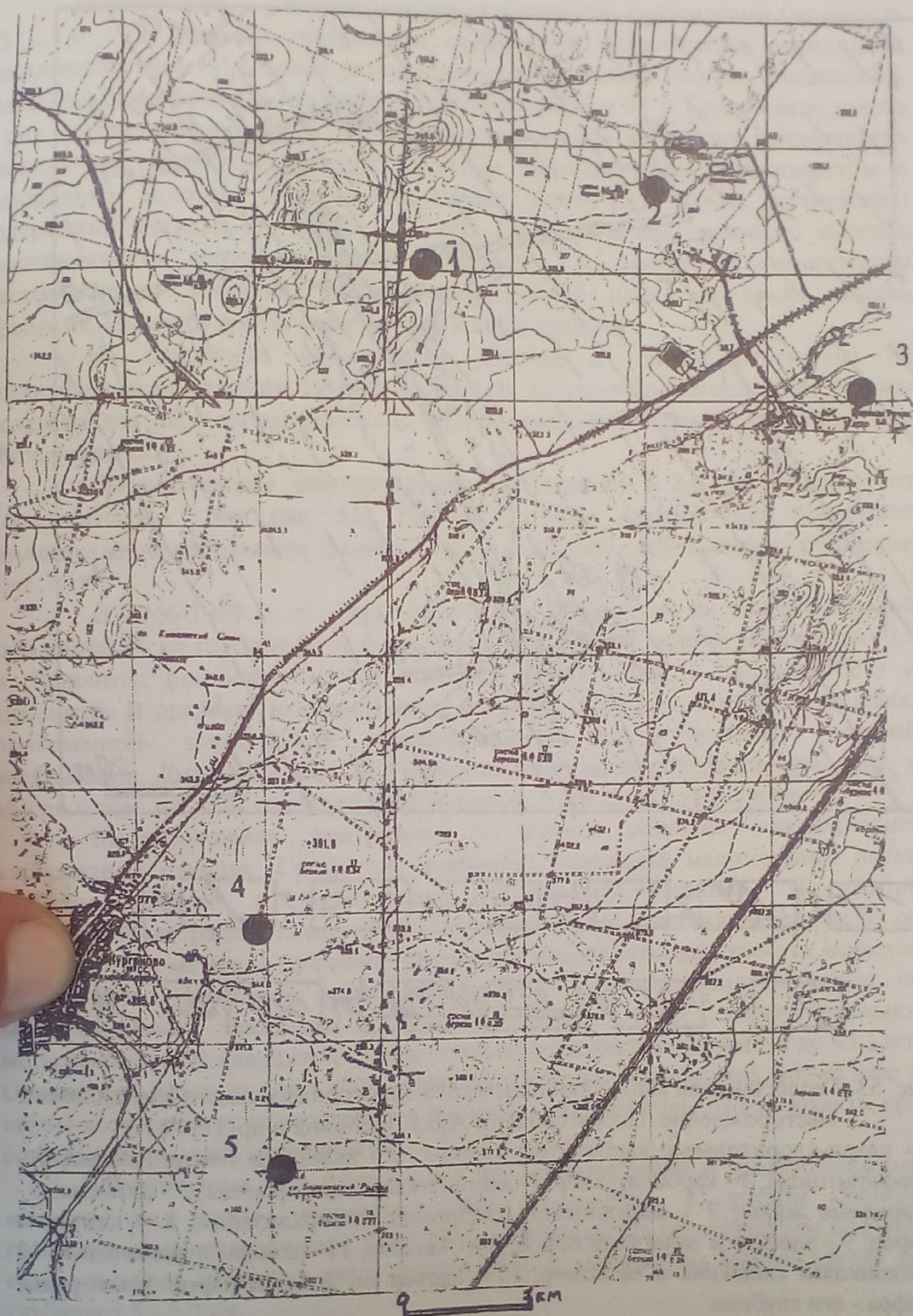


Рис. 52. Схема расположения основных месторождений  
района Курганово - Горный щит:  
1 - Горнощитское; 2 - Дмитриевское; 3 - Змеиногорское;  
4 - Кургановское; 5 - Барановское



В.Н. Широковым (1964 г.) в полосе сланцев, распространенных между дер. Курганово и пос. Красный, установлены участки развития сульфидизации. Последняя приурочена в основном к кварц-серицитовым сланцам. Среди последних выделена зона длиной около 1 км и шириной 28 м максимального развития минерализации. На всю зону (по одному пересечению) содержание золота равно 2,8 г/т. В одной штучной пробе (интенсивно минерализованный сланец) количество золота составило 28,6 г/т.

Для оруденения всех объектов Шабровско-Горнощитского рудного поля свойственны некоторые типоморфные черты: 1) отсутствие связи с интрузивными комплексами; 2) принадлежность околорудных метасоматитов объектов рудного поля к кварц-серицовой формации; 3) пространственная и генетическая сопряженность с марганцевой и железорудной минерализацией; 4) полигенный и полихронный характер оруденения.

#### 4.1.3. Описание маршрута

Маршрут разработан таким образом, чтобы проиллюстрировать положение серпентинитовых тел во вмещающих породах, а также чтобы показать степень гидротермального преобразования ультрабазитов по нарастающей (рис. 56).

Начинается маршрут на Белоусовском месторождении благородных змеевиков (1), расположенном в 500 м к северу от автобусной остановки (автобус №105). Карьер вскрывает небольшую часть «Большой линзы» тальк-карбонатных пород, в зоне преимущественного развития благородных змеевиков. Здесь по художественно-декоративным свойствам выделено три разновидности змеевика: пятнистый, полосчатый и пятнисто-полосчатый (см. параграф 4.1.).

В западной части карьера обнажается небольшая толща хлоритовых сланцев с хорошо ограненными кристаллами магнетита, на борту карьера наблюдаются также небольшие выходы гранат-эпидотовых родингитов по габброидам.

Тальк-карбонатные породы занимают здесь не менее половины площади месторождения. Форма их залежей чрезвычайно сложная и обусловлена очертаниями пород кровли массива ультрабазитов, с одной стороны, и тел антигоритовых серпентинитов - с другой. Контакты между серпентинитами и тальк-карбонатными породами, как правило, резкие. Основные минералы рассматриваемых пород - тальк и карбонат (магнезит-брейнерит 10-50% от состава породы). В небольших количествах отмечаются хлорит (до 2-3%), магнетит, гематит, хромит. На контакте тальк-карбонатных пород и филлитовидных сланцев образуется метасоматическая колонка с турмалином, актинолитом, хлоритом, метасоматическим доломитом и др. Минералогическую ценность представляют кристаллы магнетита, гематита, турмалина, актинолита, доломита, блоки антигоритовых змеевиков и другие.

Далее маршрут переходит на Северо-Шабровское месторождение железистых кварцитов (2), которое находится в районе п. Шабровского к западу от Белоусовского карьера (см. рис. 56). Рудоносная зона вытянута в северо-западном направлении на протяжении около 6 км при ширине до 1,5 км. В пределах зоны выделены Северо-Шабровское месторождение и Южно-Шабровское рудопроявление железистых кварцитов. Плохая обнаженность



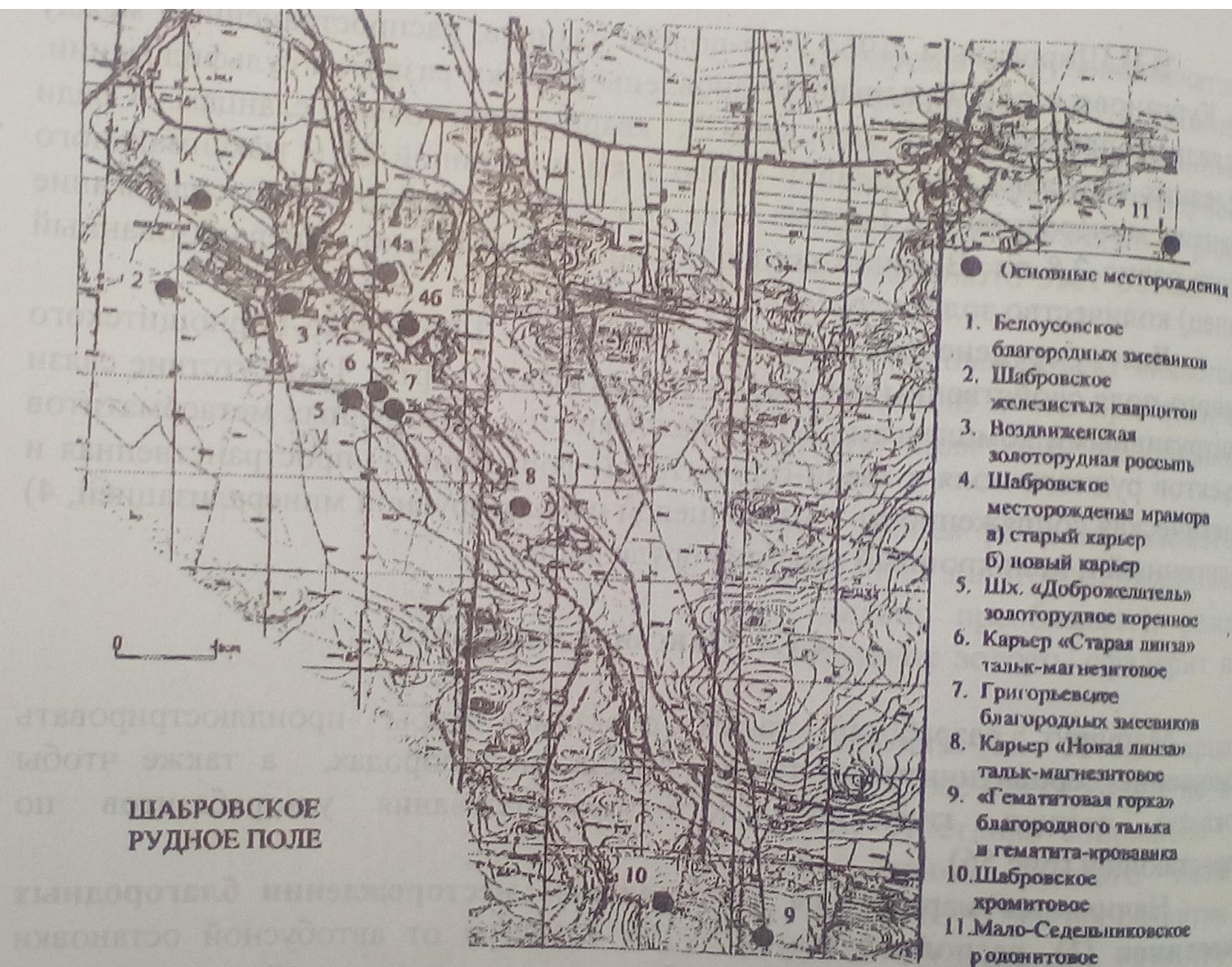


Рис.56. Схема расположения основных месторождений Шабровского рудного поля



В северном борту карьера у насосной станции (см. рис. 30, т.н.102) вскрыта дайка кислого состава, с которой сопряжены минерализованные сульфидами листвениты и березиты. Хлоритолиты и березиты являются разновозрастными образованиями, что показано на примере Березовского месторождения (Сазонов, 1975). Хлоритолиты при развитии лиственитизации в данных условиях лишь карбонатизируются (доломит-анкерит). В нижней части этого рисунка дайка не наблюдается. Она или «ушла в отвал» при отработке тальк-магнезитовой «руды», или же осталась не вскрытой карьером.

Образование метасоматических пород, начиная с тальк-карбонатных, связано с постмагматической деятельностью крупных гранитных массивов. Пржилки, линзочки благородного талька, имеющего светло-зеленую окраску и образующего крупночешуйчатые агрегаты, приурочены к небольшим трещинам в тальк-карбонатных породах и являются самыми поздними.

В западном борту карьера вскрыто тектоническое нарушение, которое сопровождается мощными излияниями трещинных вод.

Рис.61. Излияние трещинных вод из зоны пологого сброса в западном борту карьера «Старая линза»



В карьере можно видеть все разновидности описанных выше змеевиков, их преобразование в тальк-магнезитовые породы, а также турмалиновые, актинолитовые, хлоритовые метасоматиты, жилы благородного талька, с крупными кристаллами гематита, представляющие интерес для коллекционеров.

Поднявшись на поверхность, на борту карьера можно осмотреть систему лебедочного хозяйства. По «узкоколейке» перемещаемся в Григорьевский карьер по добыче благородного змеевика (7). Здесь можно наблюдать те же метасоматические преобразования, что и в выше описанном карьере. Встречается много жил голубого, благородного талька, нередко с кристаллами



гематита. На борту карьера сосредоточено большое количество крупных блоков змеевика, приготовленных к распиловке.

В 300 м к югу от Григорьевского карьера змеевиков, слева от дороги в 30 м, наблюдается коренной, скальный выход актинолитизированных пироксенитов, подобные можно встретить и в ксенолитах Шабровского гранодиоритового массива. Здесь экскурсанты знакомятся с наиболее свежими неизмененными разновидностями ультраосновных пород, известных в Шабровском рудном поле.

Продолжая маршрут, по дороге выходим на северный борт карьера «Новая линза», вскрывающий крупное тело тальк-магнезитовых пород (см. рис. 31). Перед нами разворачивается панорама карьера, показывающая технологию разработки с применением буровзрывных работ, экскавации с последующей вывозкой горной массы железнодорожными составами по узкоколейке на обогатительную фабрику. Обращает на себя внимание огромный фронт вскрышных работ, экологическая незащищенность лесов и полей, часть которых погибла под отвалами, другая постоянно подвергается пылевому воздействию от взрывов и ветровой эрозии.

**Геологическое строение карьера «Новая линза» (8)** во многом схоже с таковым карьера «Старая линза» (см. рис. 30, 31). Отличие состоит в том, что здесь развиты дайки только среднего и кислого состава (в «Старой линзе» существенно преобладают габброиды). Причем на контакте даек кислого состава с тальк-карбонатными породами прослеживается метасоматическая зональность, обусловленная процессом березитизации-лиственитизации. Березиты-листвениты несут сульфидную минерализацию. В верхней части разреза вскрыты остатки золотой россыпи, отработанной в XIX веке. Остатки россыпи можно увидеть в западном борту карьера.

Далее перемещаемся на юг к **месторождению «Гематитовая горка» (9)**. По «узкоколейке» доходим до указателя «13 км». Если перемещение осуществляется на машине, то едем по дороге на Сысерть до пересечения с ЛЭП-500. В 1 км к западу по этой высоковольтной линии на вершине хребта, сложенного ультрабазитами, обнажены тальк-карбонатные породы, аналогичные таковым Шабровского месторождения. Среди них на небольшой площади концентрируется серия жил «благородного» талька бледно-зеленоватой окраски. В жилах, кроме талька и доломита, встречаются довольно крупные кристаллы гематита (см. рис. 40), который в XVIII-XIX вв. являлся предметом добычи как самоцветное сырье (сохранились старые карьеры). Гематит-кровавик добывался также и из россыпей, расположенных вокруг этого месторождения. Кристаллы гематита имеют таблитчатый облик и совершенную огранку. Размеры по оси С от 0,2 до 4 см. Но известны находки и очень крупных кристаллов до 8 см в поперечнике (Уральский, 1938). Мощности 25 см. (см. рис. 40). Последовательность кристаллизации минералов в жилах: тальк→доломит→гематит. В копиях исследователи отбирают хороший коллекционный материал (кристаллы гематита, доломита, «благородный тальк»), выполняют зарисовки забоев копей, проводят фотодокументацию наиболее интересных участков последних.

Продвигаясь от копей на север, по водоразделу, в 200 м увидим большое количество старых разведочных выработок, канав и шурфов, относящихся к **Шабровскому хромитовому месторождению (10)**. Отвалы и сами выработки



еже находятся под почвенно-растительным покровом, но можно наблюдать отдельные крупные глыбы хромитов и серпентинитов (остатки «складов»). Хромитовые руды черного цвета массивные или густовкрапленные. Серпентиниты апопироксеновые и аподунитовые.

Далее продвигаемся на северо-восток до небольшой высоковольтной линии на бетонных столбах. В 20 м за ней расположена изометричная выработка, карьер диаметром до 10 - 12 и глубиной 2 - 4 м. В отвалах выработки сохранились хромитовые руды. Эти руды на Шабровском месторождении, по данным В.Н.Ласькова (1933г.), слагают несколько рудных залежей, располагающихся в 1-3 км друг от друга. Залежи имеют линзообразную или трубчатую форму и приурочены к западной краевой зоне Змеевского массива или к контакту серпентинитов с кислыми породами. В настоящее время хромитовые руды добываются старателями.

Змеевики оталькованы и карбонатизированы и нередко превращены в тальк-карбонатные или хлорит-актинолитовые породы. Хромитовые руды на этом месторождении отличаются значительным развитием турмалина, фуксита, талька, хлорита. Причем больше всего турмалин наблюдается в трещинах хромита, выполненных тальком и хлоритом. В таких трещинах В.Н.Ласьков наблюдал кристаллы турмалина длиной до 3 - 5 см. Сейчас в отвалах можно найти образцы измененных хромитовых руд с хлоритовыми метасоматитами и турмалиновыми «солнцами», где кристаллы турмалина в длину достигают 1,5-2,5 см, а в поперечнике 2-3 мм. Турмалин имеет темно-зеленую окраску и, по данным В.Н.Ласькова, содержит до 7-10,8%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Изучение взаимоотношений хромитов с хромсодержащими силикатами свидетельствует о более позднем возрасте последних. На Шабровском хромитовом месторождении экскурсанты знакомятся с системой разведочных выработок, отбирают для дальнейшего аналитического изучения хромитовые руды, образцы метасоматических пород и серпентинитов.

По лесной живописной автомобильной дороге возвращаемся в южную часть поселка, где еще в 60-х гг. нашего столетия работала старательская артель по добыче коренного золота (эта часть Шабровского поселка так и называется «Золотой прииск»). Добыча велась шахтами, последняя наиболее крупная — «Доброжелатель» (5) — была остановлена в 1970 г. От этих шахт остались заваленные стволы. Множество глубоких, обрушившихся шурфов расположено вблизи последних. Добывали коренное золото из кварцевых жил и метасоматических пород, которые сохранились в отвалах шахт и шурфов. Золото мелкое, часто связанное с сульфидами, содержание неравномерное и невысокое.

В юго-восточной части пос. Шабровский расположен отработанный **мраморный карьер (4а)**, в 1 км южнее, вблизи дороги на Б.Седельниково, недавно заложен **новый мраморный карьер (4б)**. Он вскрывает полосу мрамора мощностью 80-90 м (рис. 62) вдоль гранитоидов шабровской интрузии. Падение полосчатого мрамора на северо-восток под углом  $70^\circ$ . Мрамор мелкозернистый, светло-серого цвета с оттенками от светло-голубого до темно-синего. Текстура неотчетливо полосчатая.



## 4.2. В гостях у «Хозяйки медной горы»

Со знаменитыми Гумешками связано много красивых легенд и сказов. Именно здесь жила бажовская Хозяйка медной горы, а из великолепного гумешевского малахита Данила - мастер изготовил чудесный каменный цветок.

Целью маршрута является знакомство студентов с геологическим строением и рудами Гумешевского месторождения, которое совместно с рядом других объектов послужило основой медеплавильной деятельности древнего человека в бронзовом веке на Урале, а с начала XVIII века определяло уровень медеплавильной промышленности России. Некоторые из объектов эксплуатируются и в настоящее время.

### 4.2.1. Роль меди в жизни древнего человека на Урале

Основными эпохами в развитии человечества были век камня, век меди (бронзы) и век железа. Еще в каменном веке наши дальние предки находили самородную медь. Древний человек быстро понял преимущества меди перед камнем: она гораздо легче поддавалась обработке – ковке, из нее стали изготавливать оружие, предметы быта. Позднее научились плавить медь и выплавлять ее из руд. Медь прочно вошла в жизнь первобытных людей.

Ценное свойство меди – способность давать сплавы с другими металлами. Примерно половина всей производимой меди используется в сплавах. Один из наиболее распространенных – сплав меди и олова – бронза. Этот сплав применялся человеком еще в глубокой древности. Он обладает большей твердостью и прочностью, упругостью, меньше подвержен коррозии, лучше заполняет литейную форму, чем медь. Использование бронзы значительно способствовало развитию материальной культуры человечества, этот исторический период назван бронзовым веком.

Медные руды – природные минеральные образования, содержания меди в которых достаточно для экономически целесообразной добычи этого металла. Известно 170 минералов, в которых содержится медь, однако практическое значение имеют халькопирит, борнит, халькозин, ковеллин, тетраэдрит, теннантит, энаргит, малахит, азурит, хризоколла, брошантит, халькантит, куприт, самородная медь (В.Я. Фирсов, В.Н. Мартынова, 1995).

Самым распространенным минералом и главным в медных рудах Урала является халькопирит. Он встречается в месторождениях всех генетических типов.

По мнению английского историка Герберта Генри Коглена, развитие древней металлургии проходило по следующей схеме:

А – фаза холодной, а потом горячейковки меди;

В – фаза плавления самородной меди и отливка простых изделий в открытых литейных формах;

С – фаза выплавки меди из руд – начало истинной металлургии;

Д – фаза бронз (искусственных сплавов на медной основе)

На Урале в первое время в распоряжении человека была самородная медь, находки ее и использование были случайными. Вблизи Екатеринбурга с медью первобытный человек мог встретиться в районах Гумешевского, Шиловского, Половинного месторождений, Турьинских рудников и в районе Нижнего Тагила, а также среди медистых песчаников западного склона Урала. В музее Краснотурьинска хранится много образцов самородной меди, причем некоторые



глубоко вырытые шахты, штольни и шурфы..., которые известны под именем старых, или чудских, копей».

В незакрепленных горных выработках кровле придавали форму свода, что значительно повышало их устойчивость. Путешественник капитан Н.П. Рычков, посетивший Урал, в 1770 году писал: «Горное искусство древних народов во всем отлично от ныне употребляемого: ибо они входят в землю, которой верх выделяли наподобие свода. Таким образом они проходили в самые глубокие места, и свод, державший на себе превеликую тяжесть земли, еще и доныне во многих местах не обрушился».

Но свод все же обрушался. Отсутствие крепления часто приводило к человеческим жертвам. На Гумешевском руднике, например, на глубине 28 метров обнаружены два черепа и кости рудокопов. На этом руднике в 1801-1816 гг. встречено много «чудских» выработок, закрепленных тонкими жердями. Найдены рукавицы и сумка из лосиной кожи, в которой древние рудокопы выносили на поверхность медную руду. Видевший сумку академик Паллас отметил: «Сумка вершков двадцать длиною и вершков девять шириною». В этой сумке можно было нести два-три пуда руды. Спускались в шахту и поднимались из нее по ступенькам, выдолбленным в наклонной стенке шахты, или по обломанным сучьям спущенного в шахту дерева.

Подземные работы освещались лучиной или глиняными плошками, заполненными жиром со вставленным фитилем. Обгоревшие лучины часто встречали в гумешевском старых выработках, а черепки светильников обнаружены в древних рудниках в Казахстане.

#### 4.2.2. Древнее медеплавильное производство на г. Думной

На Среднем Урале было найдено и обследовано большее число памятников древней медной металлургии - в поселениях и городищах, расположенных в верховьях рек Аяти, Исети, Синары, Миасс, в районах озер Аять, Исетское, Иткуль, Иртяш, Аргазы, Чебаркуль, а также на вершинах гор Думной, Берсова, Караульной, Каменные палатки. Здесь обнаружены остатки плавильных печей, слитки меди, шлака, медная руда, изделия из меди и бронзы (иткульская культура). Наиболее изучены места плавки медных руд в районе озера Иткуль и на Думной горе (рис.63).

Значительные исследования на горе Думной проведены археологами Е.М.Берс (1949-1954), Е.Н.Черных (1968), Г.В.Бельтиковой (1981-1983). При раскопках здесь обнаружены многочисленные остатки металлургического производства и следы оборонительных сооружений. Литейные формы вырезались из талькового камня (рис.64), а также изготавливались из руд. Произведенные анализы металла показали, что медь здесь выплавляли из руд Гумешевского месторождения, расположенного в 4 км от Думной горы.

В центре г. Полевского на правом берегу маленькой речушки Полевой, соединяющей сейчас два искусственно созданных пруда - Полевской и Штанговский (Нижний), возвышается гора Думная (см. рис.63). На вершине ее всегда ветер, он проходит здесь как сквозняк через ущелья окружающих гор. Меняется направление ветра то от Штанговского пруда с севера на юг, то от Полевского пруда с юга на север. Высшая точка горы, небольшая куполообразная возвышенность, разделяет верхнюю площадку на две части - северную и южную. На площадке северного склона и на некоторых участках южного сохранились остатки древнего металлургического производства.



остались глинистые части стен печей, медный шлак и части ошлакованных сопел.

В культурном слое вместе с обломками плавильных печей оказались и обломки толстостенных, грубой работы сосудов от невысоких горшков с коническим или округлым днищем. На внутренних частях их сохранились следы меди, олова.

Первый медный рудник был основан в 1702 г. на р. Полевой, на месте древних разработок медных руд. Остатки старого рудника сохранились к северу от г. Думной.

#### 4.2.3. Гумешевское месторождение

Геологическое строение месторождения довольно подробно описано в ряде работ Л.Дюпарка, Г.Сигга (1914), А.Н.Заварицкого (1963), С.Н.Иванова (1940, 1941), И.И.Бугаева (1966). Еще больше работ посвящено минералам этого месторождения. Так, описание малахита выполнено еще в 1786 г. П.С.Палласом, в 1937 г. - Г.Розе, в 1854 г. - П.Е.Еремеевым. Современное представление об этом минерале изложено в работах Г.Н.Вертушкова (1975).

Основной геологической структурой, вмещающей Гумешевское месторождение, является одноименная синклиналь, которая выполнена карбонатно-вулканогенными отложениями нижнедевонского возраста. Рвуший комплекс представлен субвулканическими телами дацитового состава и дайкообразным телом кварцевых диоритов. Последнее прослежено в субмеридиональном направлении на 6 км с мощностью от 300 до 600 м. К западному контакту кварцевых диоритов с мраморами и приурочено Гумешевское меднорудное месторождение.

По данным С.Н.Мошева (1993), на месторождении распространены три типа эндогенных руд: 1 - массивные сульфидные, залегающие на контакте мраморов с подстилающими дацитами; 2 - вкрапленные пирит-магнетит-халькопиритовые в гранатовых скарнах и 3 - вкрапленные пирит-халькопиритовые в кварцевых диоритах. Каждый тип руд сопровождается своими окорудными метасоматическими изменениями вмещающих пород: первый - серицитовыми, хлоритовыми, тальк-антигоритовыми, альбит-эпидот-актинолитовыми; второй - эпидот-амфиболитовыми; третий - кварц-карбонат-серицитовыми.

Массивные сульфидные (колчеданные) руды претерпели динамические и термальные воздействия интрузивного магматизма.

Последние представления о генезисе этого метаморфизма свидетельствуют о том, что «Гумешки» - полигенный, полихромный рудный объект, и история его формирования первично тесно связана с вулканической деятельностью, происходящей в раннедевонское время, и образованием колчеданных субсогласных залежей. Последующее внедрение интрузии кислого состава способствовало образованию скарнов, метаморфическому и метасоматическому преобразованию первичных руд, формированию мощных зон с вкрапленным медным оруденением.

На Гумешевском месторождении интенсивно проявлены процессы карстообразования и химического выветривания, выразившиеся зонами окисления и вторичного сульфидного обогащения. Относительно высокое содержание сульфидов в эндогенных рудах обусловило широкое развитие в коре выветривания лимонитов в виде жеод и натечного гетита.







Поделочный малахит можно найти в северо-западной части карьера в виде мелких обломков или почек в пустотах кремнистых пород.

В работах исследователей XIX в. отмечается, что богатые руды приурочены к мраморам и находятся гнездами в карстовых западинах и расщелинах. А.И.Антипов (1860), посетивший Гумешевское месторождение, указывает, что «в известняке это бывают трещины, неровности, углубления, пещеры, которые всегда заключают в себе руды высокого содержания и большие массы малахита... Известная глыба малахита, весившая 170 пудов, осколок которой находится в Музее горного института, была найдена близ лежащего бока известняков, на 18 сажен глубины». Эти же сведения находят свое отражение на старых разрезах рудника, опубликованных Л.Дюпарком и Г.Сигом в 1914 г.

Мрамор отличается исключительной однородностью состава и тонкозернистостью строения. В литературе этот мрамор известен под названием «полевской». Мраморы выходят на дневную поверхность в виде полосы меридионального простирания на протяжении 1 км к северу и к югу с видимой мощностью около 1 км. Мраморы вскрыты карьерами. Вблизи рудника расположены выработки по добыче щебенки, из которой получают мраморную крошку. Мраморы поражены сильной трещиноватостью, благодаря которой мрамор разрабатывается на косоугольные параллелепипеды. Мраморы равномерно зернистые, практически чисто кальцитовые.

В мраморах отмечается наложенная сульфидная минерализация, сопровождающаяся доломитизацией и актинолитизацией. На скарны наложена сульфидная минерализация, которая представлена пиритом, халькопиритом и блеклыми рудами. Кроме того, встречаются халькозин, борнит, сфалерит, галенит, молибденит. Кроме вкрапленных пирит-халькопиритовых руд в гранатовых и кварц-карбонатных обособлениях встречаются массивные руды пирит-халькопиритового состава (медистые колчеданы) и массивные медистые магнетиты (Бугаев, 1966).

Все разновидности поделочного малахита были известны в 70-х гг. XVIII столетия. П.С.Паллас (1786) описывает два рода малахита: «первый ряд скор на подобие известных ростков, который, несмотря на умеренную одного твердость к полированию весьма способен... по граненым кускам самые прекраснейшие цветные темно-зеленые полосы» (рис.83). Это та разновидность плотного малахита, которая позднее получила название «бирюзовая» (Ферсман, 1962). Другой род «изнутри к наруже разлучист, цветом темен, тяжел, богаче первого, на поверхности, как бархат, а в изломе, как атлас». Этого рода малахиты получили название «плисовый». Третью разновидность — «мелкоузорчатую» — описал И.Лепехин (1772): «...тут можно было видеть разные штуфы, в которых природа разнообразными изображениями играла: иные изображали порядочно начертанные геометрические тела; иные представляли вид растений, другие разных натуральных вещей показывали начертания». Гранильщики различали в основном только «плисовый» и «бирюзовый» малахит крупноленточного строения. Бирюзовая разновидность малахита у гранильщиков ценилась раз в пять дороже темной пливовой (Ферсман, 1962).

Бирюзовый малахит всегда находится в виде натечных форм, о которых П.С.Паллас (1786) писал: «В скорлуповатой залежи часто случается примечают сталактическое или накипное расположение, которое внутри во всю длину имеет скважину», формы выделения этого малахита он сравнивал так: «Более всего в прекрасном подобии пупковатому кровавику». Такие же описания



Таким образом, полный минеральный кадастр Гумешевского месторождения включает большой спектр эндогенных и экзогенных минералов. Рудные, кроме халькопирита и борнита, представлены пиритом, магнетитом, пирротинном, сфалеритом, галенитом, теннантитом, хромшпинелидами, гематитом. Отмечаются теллурувисмутин, золото, арсенопирит. Нерудные минералы, как правило, слагающие рудовмещающие метасоматические породы, представлены гранатом-андрадитом, кальцитом, серицитом, хлоритом, тальком, антигоритом, альбитом, эпидотом, актинолитом, кварцем, биотитом, пироксеном. Минералы коры выветривания – куприт, самородная медь и серебро, азурит, малахит, брошантит, лимонит, гетит, халцедон, хризоколла и др.

Некоторое представление о минералогии месторождения можно получить с поверхности в отвалах. В северной части месторождения в небольших ямах, канавах, уже большей частью оплывших и полужасыпанных, а также в отвалах и насыпях можно найти почти все минералы, характерные для зоны выветривания месторождения, в том числе и небольшие обломки малахита.

Севернее рудника располагаются горные выработки, вскрывавшие мрамор. Это обстоятельство позволяет изучить его на протяжении 1-1,5 км и отобрать образцы «полевого» мрамора.

Кроме мрамора, вблизи г. Полевского находятся проявления марганца с родонитовой минерализацией, которые расположены на восточной окраине г. Полевского, в 1 км на юго-запад от пос. Октябрьского. В отвалах старательских карьеров были обнаружены глыбы орлеца (родонит-родохрозитовой породы).

#### 4.2.4. Шиловское месторождение

Шиловское месторождение расположено в 25 км к западу от г. Екатеринбурга, на восточной окраине пос. Медный, куда можно доехать рейсовым автобусом (рис. 68). Оно открыто в 1703 г. крестьянином И. Шиловым «с товарищами». В том же году был создан рудник, который проработал до 1724 г., затем заброшен по причине сильного водопритока в эксплуатационные выработки и отсутствия данных о залегании и перспективах рудных тел. За указанный период добыто 480000 т медной руды. В 1732-1905 гг. месторождение снова отрабатывалось, но с перерывами от 2 до 30 лет. Интересный факт - месторождение после того, как было заброшено, сильно заросло и в 1871 г. было открыто вторично купцом В. Соболевым.

В 1905-1907 гг. месторождение оценивалось с использованием горных работ и в небольшом объеме эксплуатировалось. В 1907 г. на месторождении работал В. В. Никитин. Им изучены геология месторождения, рудные тела. На основе результатов своих исследований он сделал отрицательный прогноз на медь. В 1937 г. шиловские скарны оценивались как возможный объект на вольфрам, т. к. к тому времени шеелитоносность, сопряженная со скарнами, развившимися на контакте щелочных гранитоидов с известняками, была уже известна. Результат получен отрицательный, но на основе данных, собранных при проведении поисков, была составлена геологическая карта месторождения масштаба 1:500. В 1939-40 гг. поисково-разведочные работы на медь на месторождении провел С. Н. Гайс. Благодаря им сейчас мы знаем форму скарных тел, характер локализации в них медной минерализации и многое другое.



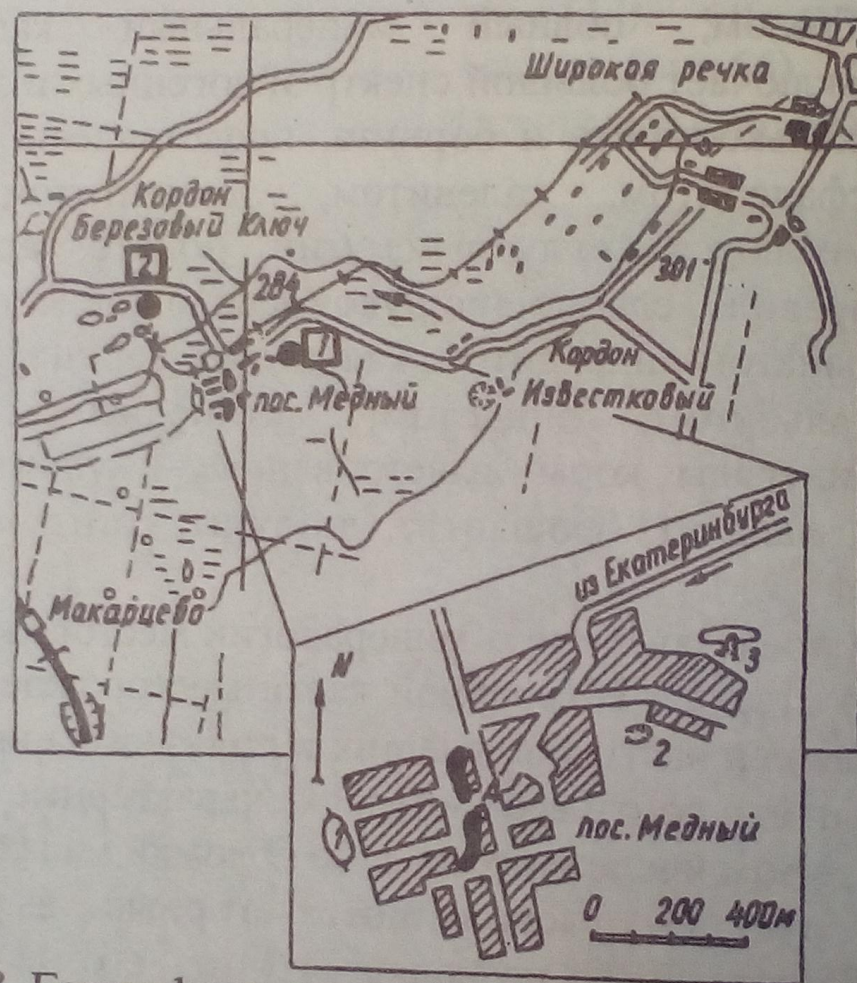
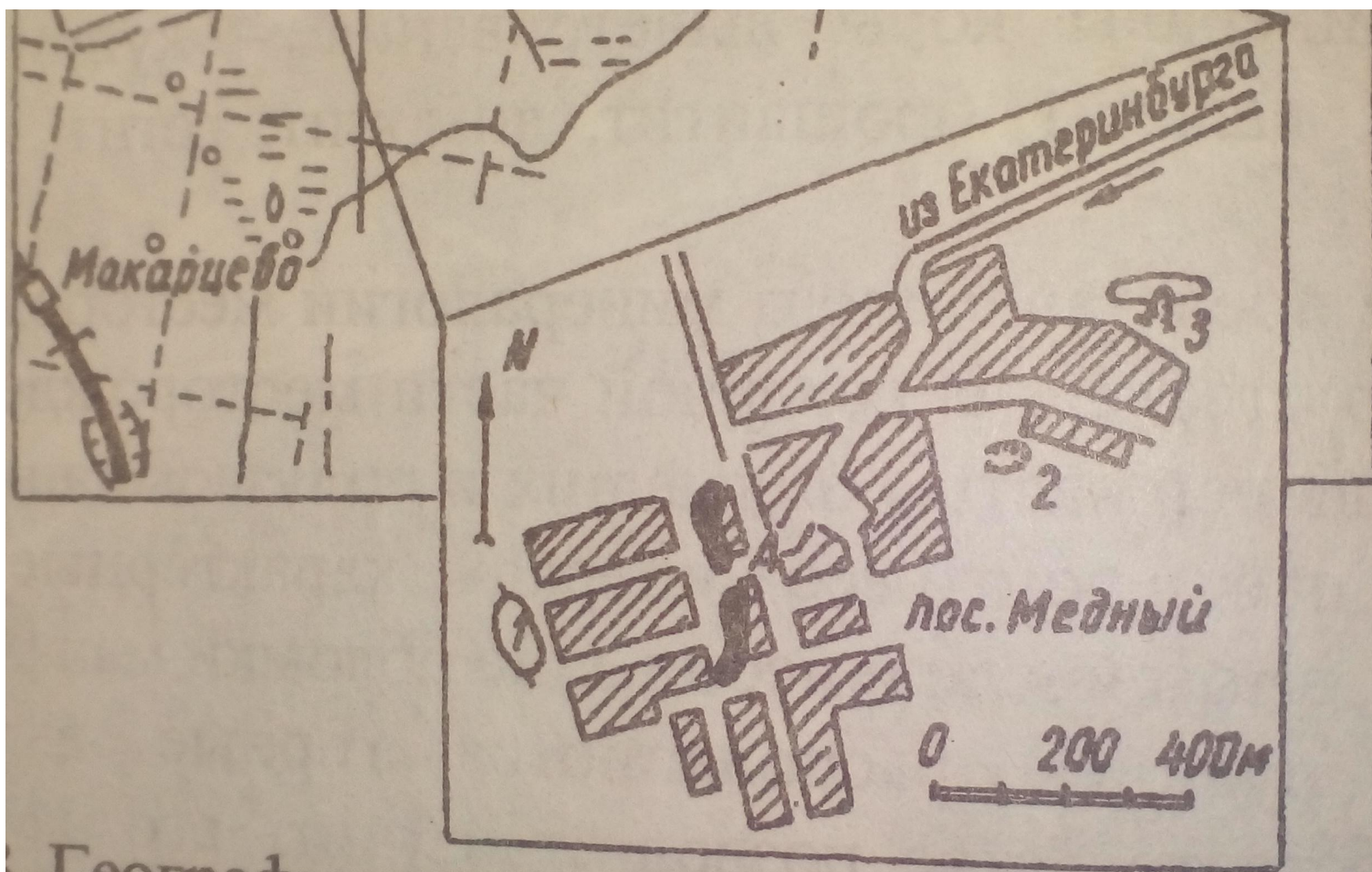


Рис. 68. Географическая схема Шиловской экскурсии:  
 1 — Шиловское медно-скарное месторождение; 2 — Пушкинское  
 золоторудное месторождение. На врезке: 1, 2, 3 — номера обнажений

Шиловское месторождение

странены. Ма  
 существования  
 борнита отме  
 повышенная (у  
 золото ассоци  
 (Сазонов и д  
 Пробность зол  
 личество (0,6—  
 сколовым тре  
 вкрапленности  
 (тремолитом),  
 халькопиритов  
 уменьшения ко





6. Географическая схема Шиловской экскурсии:  
медно-сыроваточный завод



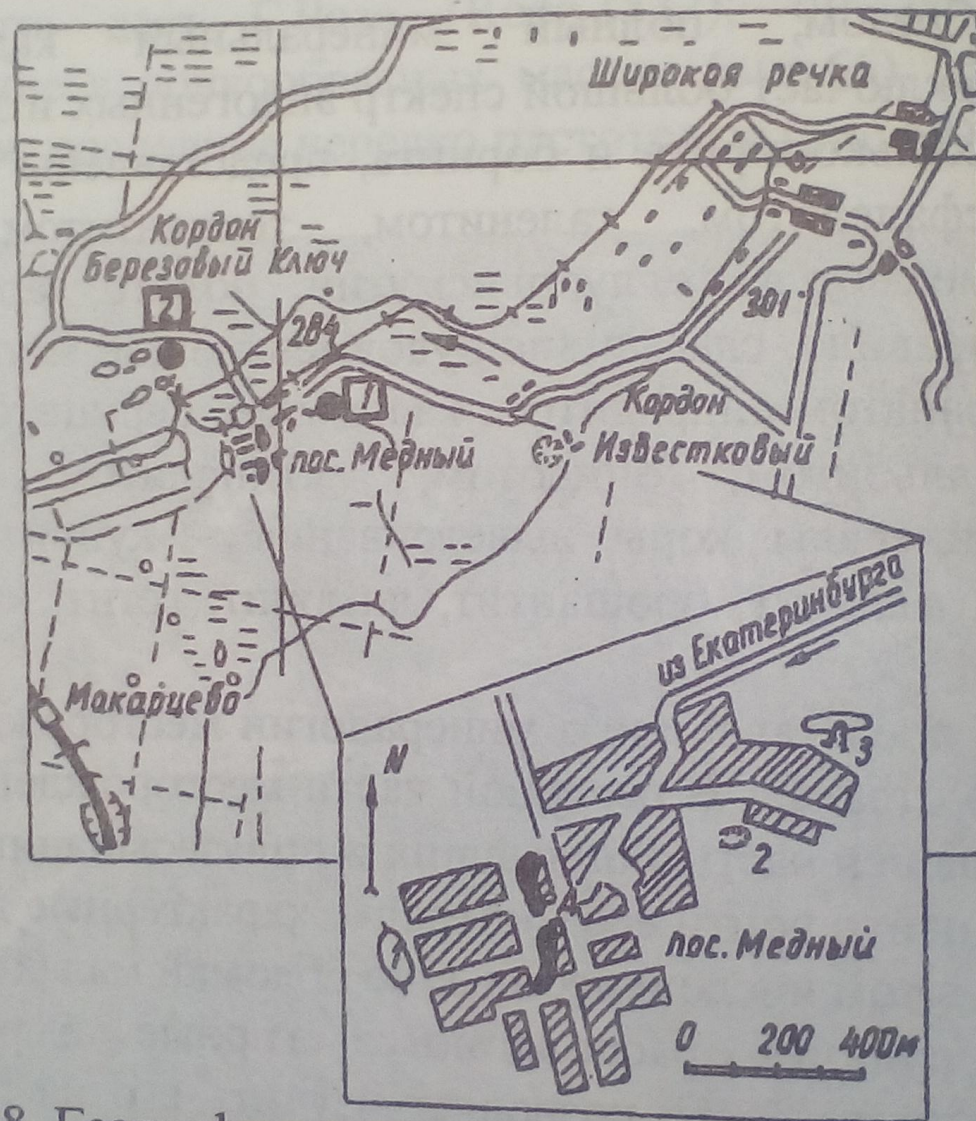


Рис. 68. Географическая схема Шиловской экскурсии.

стран  
сущес  
борни  
повы  
золот  
(Сазо  
Проб  
liches  
сколо  
вкрат  
(трем  
хальк  
умен



трещинам северо-западного простирания. Она представлена сульфидов в кварц-карбонатных прожилках с актинолитом (тремолитом), эпидотом и хлоритом. Сульфиды прожилков выделены в пирит-халькопиритовую минеральную ассоциацию, которая представлена (в порядке уменьшения количества) халькопиритом, пиритом, магнетитом, сфалеритом.

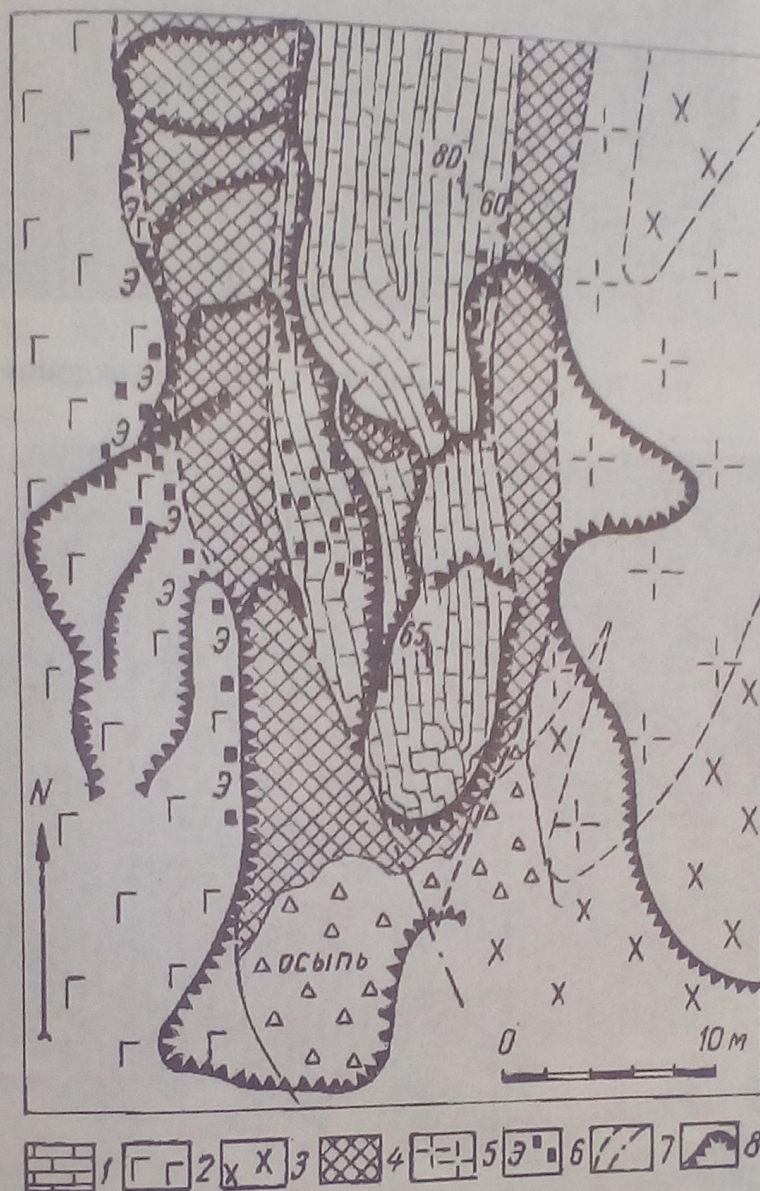


Рис. 69. Геологическая карта Шиловского месторождения:

- 1 - мраморизованные известняки, участками с сульфидами (черные квадраты);
- 2 - меланократовые габбро; 3 - диориты; 4 - скарны (гранатовые, гранат-пироксеновые, гранат-эпидотовые с магнетитом и сульфидами); 5 - гранодиориты (иногда дайки аплитов) с участками развития кварц-серицитовых метасоматитов; 6 — места развития эпидотизации (Э) и сульфидизации (черные квадраты); 7 — контакты пород и дизъюнктивные нарушения; 8 — границы карьера



халькопирит). Шиловская борнит-халькопиритовая рудная ассоциация близка к таковой Волковского медно-магнетитового месторождения (Средний Урал). Отличие заключается только в том, что на последнем в ней отсутствует пирит и палладий превалирует над золотом. По-видимому, отличие это определяется составом рудопроизводящих магматитов — последние у Шиловского месторождения по петрохимическим параметрам ближе к плутонитам Аурбаховского комплекса, с которым сопряжены медно-магнетит-скарновые месторождения (Сазонов и др., 1994; Мурзин, Сазонов, 1996). Поздняя сульфидная минерализация, сопряженная с кварц-серицитовыми метасоматитами, отнесена к медно-порфировому типу (Сазонов и др., 1994).

На Шиловском месторождении планируется осмотреть три обнажения коренных пород, которые дадут довольно полное представление о нем. Схема расположения последних приведена на рис. 68.

Обнажение 1. К западу от автостанции (примерно в 300 м), на краю поселка, на небольшом холме выходят на поверхность гранодиориты. Это массивные, иногда порфировидные породы. В зонах контактов проявлена гнейсоватость. Здесь же наблюдаются зонки ассимилированных более ранних диоритов.

Обнажение 2. На восточном краю поселка, в искусственной выработке, вскрыты гранодиориты с участками развитой медно-сульфидной минерализации. Они залегают в хлоритовых аподиоритовых динамосланцах, развитых вдоль крутопадающего тектонического нарушения. Здесь же представлены дайки аплитов.

Обнажение 3. Собственно Шиловское месторождение (рис. 70) расположено на краю поселка, представлено карьером (35 x 15 x 10 м) и группой небольших горных выработок. В карьере обнажаются тела скарнов (в торцевой части карьера) на контакте габбро, габбро-диоритов (забой слева) с мраморизованными известняками (правая часть карьера). Кроме того, можно наблюдать выходы эпидозитов, минералы послескарновой минеральной ассоциации, а также кварц-серицитовые метасоматиты. Во всех перечисленных образованиях развиты прожилки и вкрапленность рудных минералов.

Магнетитовые руды выработаны, их образцы можно взять только в отвалах. Золотосодержащая медная минерализация наблюдается в маломощных зонках в бортах карьера. Вблизи бортов карьера в обнажениях можно наблюдать эруптивную брекчию - в основной массе гранодиорита заключены обломки габбро и диорита.

К северо-востоку от карьера на расстоянии нескольких сот метров по простиранию рудных скарнов размещаются еще несколько заросших карьеров со штольнями в их бортах и около десятка обрушенных шахт (рис. 71). Поэтому при движении по лесу необходимо соблюдать осторожность, т.к. некоторые шахты довольно глубокие.

На окраине поселка можно видеть затопленные выработки на месте старательской отработки небольших золоторудных россыпей. Бассейн р. Шиловки, вдоль русла которой сейчас размещается крупный торфяник, является золотоносным. Питание этих россыпей обусловлено наличием золото-кварцевых проявлений (Пушкинское - 1 и др.) и золотосодержащих скарнов (Шиловское).



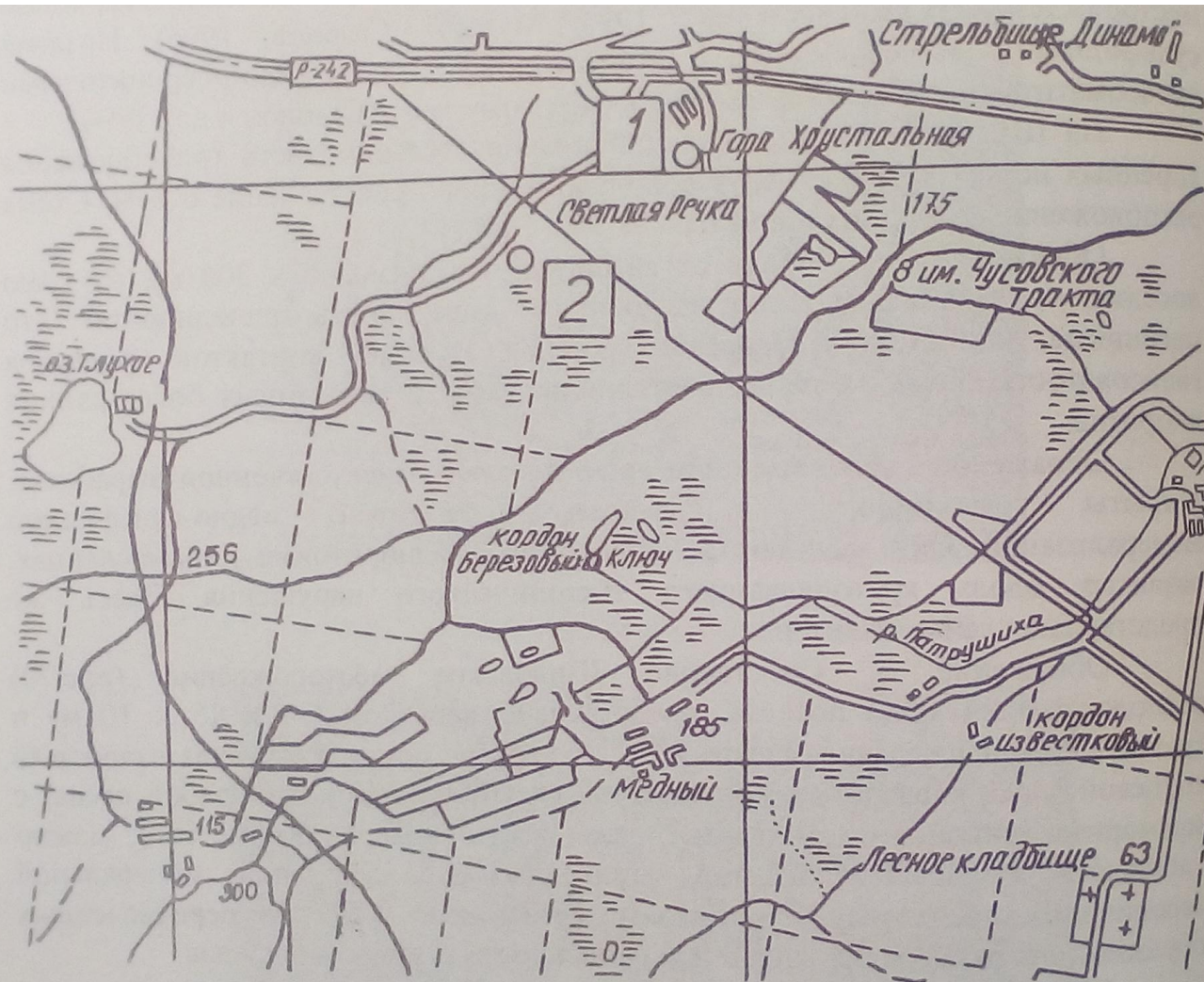


Рис. 72. Географическая схема размещения месторождений кварц-жильного сырья

массива Оборошинской монокла-  
дислоцированных гнейсов и ам-  
катаклазиты с хлоритомидом и по-  
а также телами серпентинитов, г

В эндоконтактовой зоне  
массива, к которой приурочен се-  
повышенной основности – дио-  
биотит-амфиболовых гнейсов. В  
сравнительно часто нарушается  
Поэтому гранитоиды здесь соде-  
гнейсов, габброидов, параслан-  
Возраст гранитоидов установле-  
все породы района. Это подтвер-  
калий-аргоновым методом по би-

**Месторождение горы Хр-**  
вытянутое на 370-380 м в СВ.  
в плане и неправильная в разрез





гранитоидного массива разбита многочисленными различно ориентированными тектоническими нарушениями, являющимися производными от более крупных разломов, преимущественно субмеридионального простирания. Эти разломы приурочены к сложно устроенному Свердловскому грабен-синклинорию, который осложнен субширотной ориентированной антиклиналью. В ядре антиклинали расположен Свердловский сателлит Верх-Исетского гранитоидного массива. Свердловский сателлит отделен на западе от основного массива Оброшинской моноклинально залегающей перемычкой интенсивно дислоцированных гнейсов и амфиболитов, превращенных в blastsmilonites и катаклазиты с хлоритомом и порфиробластами сине-зеленой роговой обманки, а также телами серпентинитов, превращенных в тальк-тремолитовые породы.

В эндоконтактной зоне главного тела Верх-Исетского гранитоидного массива, к которой приурочен сателлит, почти повсеместно развиты гранитоиды повышенной основности — диориты, кварцевые диориты, залегающие среди биотит-амфиболовых гнейсов. В южной части массива конкордантное залегание сравнительно часто нарушается несогласными прорывами гранитной магмы. Поэтому гранитоиды здесь содержат многочисленные ксенолиты амфиболитов, гнейсов, габброидов, парасланцев, как правило, сильно гранитизированных. Возраст гранитоидов установлен как позднепалеозойский, т.к. они прорывают все породы района. Это подтверждается и определением абсолютного возраста калий-аргоновым методом по биотиту и микроклину (260-340 млн. лет).

*Месторождение горы Хрустальной* представляет собой крупное тело, вытянутое на 370-380 м в СВ (330-340°) направлении. Форма его каплевидная в плане и неправильная в разрезе (рис. 73).



Рис. 73. Карьер месторождения «гора Хрустальная» (восточный борт).  
Виден восточный контакт кварц-жильного тела



На глубину месторождение имеет тупое выклинивание с пологим падением (погружением) ЮЗ контакта к СВ под углом  $8-10^\circ$  (рис. 74). Падение восточного контакта жильного тела крутое ( $75-90^\circ$ ) к востоку, западный контакт до гор. 310-270 м падает к западу, а затем меняет падение на обратное. Длина тела по вертикали непостоянная и колеблется от 90 м в его западной части до 190 м в восточной. Ширина тела достигает 140 м.

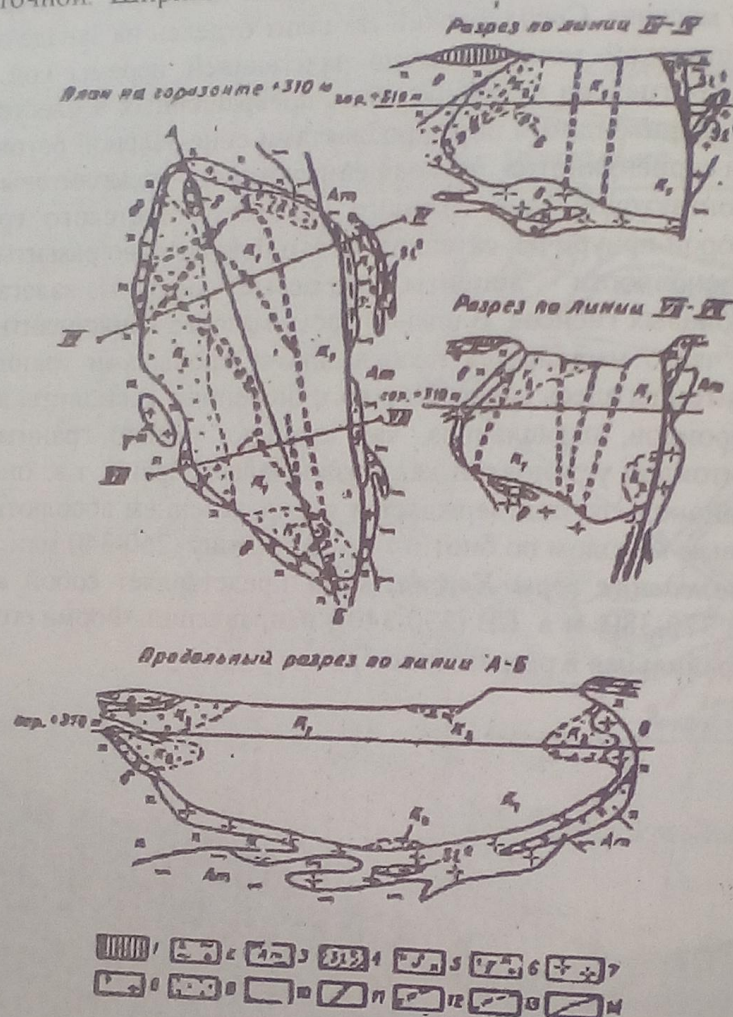


Рис. 74. Геологическое строение месторождения жильного кварца горы Хрустальной. По (Оболкин, 1981):

1 – отвалы, 2 – рыхлые четвертичные отложения; 3 – амфиболиты; 4 – тальк-серицит-хлоритовые сланцы; 5 – диориты; 6 – граниты мусковитизированные; 7 – пегматиты; 8 – кварц-мусковит-полевошпатовая порода аплитовой структуры; 9 – кварц типа  $K_2$ ; 10 – кварц типа  $K_1$ ; 11 – тектоническое нарушение; 12 – зоны трещиноватости в кварце; 13 – границы типов кварца; 14 – геологические границы

Восточный контакт тела четкий крутопадающий ( $75-90^\circ$ ) и контролируется тектоническим нарушением, западный контакт имеет более сложную конфигурацию, обусловленную заполнением пегматоидным и кварцевым материалом крупноглыбовой зоны брекчирования в диоритах (рис. 75).

Породы западного блока представлены сильно метаморфизованными диоритами. В них встречается тонкая и редкая вкрапленность пирита и



Тип кварца	Кол-во проб	Содержание химических элементов в %										Сумма
		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	
K <sub>1</sub>	10	97.8	0.01	0.25	0.72	0.06	0.17	0.01	0.92	0.23	0.01	100.17
K <sub>2</sub>	8	86.9	0.95	3.65	4.37	1.47	0.42	0.52	1.93	0.75	0.04	100.14

Кварцевое ядро имеет блоковое строение, обусловленное наличием в нем блоков кварца типа K<sub>1</sub> и K<sub>2</sub> и внутренней тектоникой. Другой характерной особенностью жильного кварца месторождения горы Хрустальной является его разлистованность. Впервые это подробно описано Г.Н.Вертушковым в начале 40-х годов и объяснено разлистованием кварца по плоскостям срастания полисинтетических бразильских двойников (Вертушков, 1948).

Кварц месторождения горы Хрустальной содержит значительное количество газово-жидких включений. Большинство из них располагаются в системах трещин и являются вторичными. Гораздо более редки первичные включения, которые в основном сгруппированы по зонам роста индивидов. Их цепочки ориентированы косо по отношению к плоскостям трещин с вторичными включениями. Гомогенизация этих включений позволяет определить температуру образования кварца в 490-560 °С (данные С.М.Аккерманцева). Эти данные подтверждены А.С.Таланцевым по двуполешпатовому геотермометру Барта-Рябчикова (480-505 °С).

*Светлореченское месторождение* жильного кварца расположено в юго-восточной части Верх-Исетского антиклинория. Данные разведочных работ показывают, что месторождение имеет зональное строение. Внешняя зона представлена пегматоидной породой, иногда с выделением в них кристаллов мусковита и калиевого шпата, размером от 1 до 5 см и измененными окварцованными диоритами, представляющими собой эруптивную брекчию (рис.76), внутренняя - сложена массивным кварцем (кварцевое ядро) (рис.77).



Рис. 76. Эруптивная брекчия окварцованных диоритов на контакте с кварцевым ядром (месторождение «Светлая Речка»)



Кварцевое ядро представляет собой крупное тело, простирающееся в северо-западном ( $330^\circ$ ) направлении на 300 м.



Рис. 77. Карьер месторождения «Светлая Речка». Видна отработанная часть кварц-жильного тела (светлое)

Выклинивание жильного тела по простирацию в северо-западной и юго-восточной частях. А восточный и западный контакты падают в разные стороны (рис. 78). На глубину тело имеет тупое выклинивание с пологим юго-восточным падением (погружением) под углом  $5-10^\circ$ . Форма тела линзовидная в плане и приближающаяся к трапецевидной в разрезе. Длина тела по вертикали не постоянна и колеблется от 120 м в его центральной части, постепенно уменьшаясь, до 20 м в направлении северного выклинивания и до 80 м в направлении южного выклинивания. Ширина тела достигает 140 м.

Восточный и западный контакт тела четкий и контролируется тектоническими нарушениями. Кварцевое тело рассечено системами трещин, в основном северо-западного и северо-восточного простираения с углами падения  $30-70^\circ$ . Трещины обычно ожелезнены. Иногда с незначительной полевошпатовой и мусковитовой минерализацией. Анализ данных элементов залегания трещиноватости в кварцевом теле однозначно показывает, что это трещины сколового типа. В кварцевом ядре, особенно в нижнем эндоконтакте, достаточно много ксенолитов вмещающих пород, представленных диоритами и мусковитизированными гранитами. Размеры их достигают  $7,5 \times 30$  м. Длинные оси ориентированы по простирацию тела параллельно его нижнему контакту.

Кварцевое ядро сложено кварцем светло-серого, серого, белого или дымчато-серого цвета с участками прозрачного или полупрозрачного кварца. Структура кварца среднезернистая, местами крупнозернистая до гигантозернистой. Текстура массивная, реже сланцеватая. Последняя обусловлена разлистованием кварца по плоскостям срастания полисинтетических бразильских двойников (рис. 79). Кварц имеет мозаичное (блоковое) и реже волнистое погасание и содержит значительное количество газово-жидких включений, приуроченных к микротрещинам.



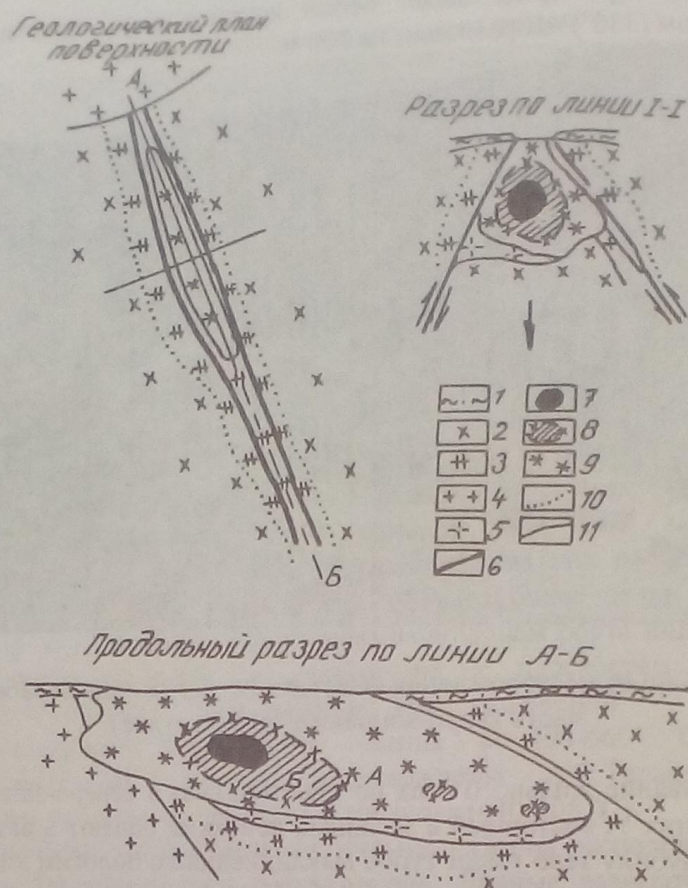


Рис. 78. Геологическое строение Светлореченского месторождения жильного кварца. По (Оболкин, 1983):

1 – рыхлые отложения; 2 – диориты; 3 – диориты окварцованные, полевошпатизированные, мусковитизированные, аплитовой структуры, 4 – граниты биотитовые; 5 – пегматиты; 6 – тектонические нарушения; 7-9 – зоны распространения кварца с различным коэффициентом светопропускания (Т%). Т > 40% (7), Т = 31-40% (8), Т < 30% (9); 10 – граница изменения диоритов, 11 – геологические границы

В кварце месторождения выявлены и исследованы 17 минералов, являющихся вредными примесями: группа полевых шпатов (в основном микроклин), кальцит, мусковит, биотит, альмандин, хлорит, эпидот, лимонит, гематит, пирит, актинолит, молибденит, пиролюзит, графит, турмалин, рутил, сфен. Наиболее распространены микроклин, мусковит, биотит, эпидот, лимонит, актинолит, кальцит.

Кварц Светлореченского месторождения содержит значительное количество газово-жидких включений. Большинство из них располагаются в системах трещин и является вторичными. Гораздо реже встречаются первичные включения, которые в основном сгруппированы по зонам роста индивидов. Их цепочки косо ориентированы по плоскостям трещин с вторичными включениями.



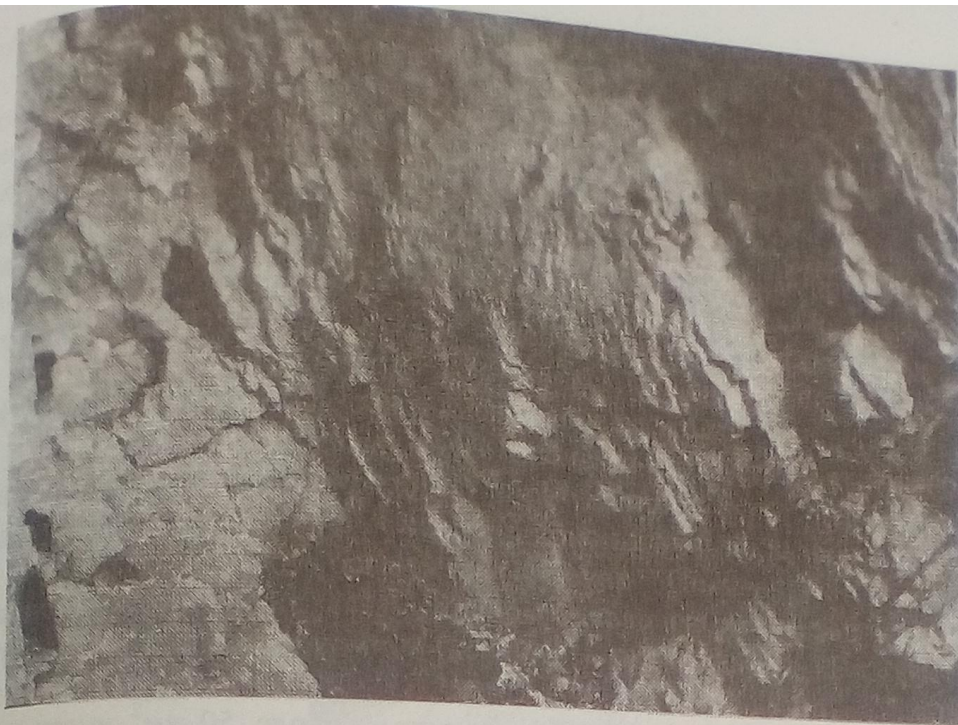


Рис. 79. Система трещин «разлистования» в кварцевом теле месторождения «Светлая Речка». Видны крупные пустоты от выщелоченных крупных кристаллов кальцита

Разведочными выработками установлено, что кварцевое ядро месторождения имеет грубо зональное строение как по содержанию газовой жидких включений, так и по содержанию примесей, оказывающих основное влияние на технологию варки и плавки кварцевого стекла.

Характерной особенностью локализации крупных месторождений жильного кварца является их приуроченность к крупным тектоническим нарушениям (месторождение горы Хрустальной) или тектоническим нарушениям, оперяющим под острым углом более мощную тектоническую зону (Светлореченское месторождение) (см. рис. 78). Тектонически ослабленные зоны, которые появляются в некоторых частях месторождений линейной коры выветривания, фиксируются увеличением пористости горных пород по мере приближения к кварцевым телам. Наличие зон рассланцевания в кварце и дробления горных пород с обеих сторон кварцевых тел говорит о тектоническом характере ограничений.

Тектонические нарушения, к которым приурочены месторождения, проявляются в виде мощной зоны брекчирования вмещающих пород. Оба месторождения представляют собой единые, крупные кварцевые тела, в верхних частях их зальбанды имеют падение, противоположное друг другу. Сходящиеся к поверхности тектонические ограничения послужили «ловушками», в которых образовывались кварцевые тела.

Формирование кварцевых тел происходило путем многократного раскрытия и заполнения трещин, образующихся при перемещении и расхождении блоков вмещающих пород и кристаллизации кварца в трещинных полостях в тектонически ослабленных зонах. Полученные результаты показывают несомненную связь крупных кварцевых месторождений с тектоническими нарушениями южного обрамления Верх-Исетского гранитоидного массива.



#### 4.4. По Уктусскому массиву

«Путешественник, имеющий целью геогностические изыскания, может всегда избавить себя труда взбираться на вершины высоких гор: там ничего он не найдет, кроме усталости, подошва горы может достаточно удостоверить, из чего состоит вся гора».

Ф.Бегер, 1828 г.

Не часто встречаются геологические массивы, в развитии и преобразовании которых принимают участие различные эндогенные и экзогенные процессы.

Наиболее интересным является *Уктусский дунит-клинопироксенит-габбровый массив*, который расположен на южной окраине Екатеринбурга и слагает денудационную возвышенность с относительным превышением около 60 м над уровнем *р. Исети*. Массив площадью около 50 км<sup>2</sup> имеет в плане овальную форму, слегка вытянут в меридиональном направлении и залегает среди вулканогенно-осадочных толщ предположительно силурийского возраста.

Внутри массива обособляются интрузивные породы - *тироксениты*, *дуниты* и *габбро*. Дуниты образуют три обособленных тела: южное, центральное и северное. Габбро отделены от дунитов полем пироксенитов и слагают восточную часть массива. В зоне контакта пироксенитов и дунитов в небольших количествах местами встречаются гарцбургиты и верлиты с преобладанием последних (рис. 80).

Дуниты представляют собой темно-зеленые почти мономинеральные массивные породы мелкозернистой структуры, значительно серпентинизированные, буряющие на поверхности.

В пироксенитах и габбро отчетливо наблюдается полосчатость. В пироксенитах она проявляется в чередовании полос или линз перидотита и пироксенита, в вытянутости выделений магнетита и в развитии серпентинизации, в габбро - в закономерном расположении шлиров, состоящих из смеси полевых шпатов и моноклинного пироксена, а также в ориентировке минеральных зерен.

Пироксениты представляют собой темно-зеленые крупно- или среднезернистые, иногда порфировидные породы и состоят из *пироксена*, часто с небольшой примесью оливина и постоянной незначительной примесью магнетита. Пироксениты повсеместно затронуты серпентинизацией. Серпентин в пироксенитах развивается как за счет оливина, так и пироксена. Пироксениты нередко значительно амфиболитизированы. Габбро имеют средне- и крупнозернистую структуру, состоят из соскюризитизированного плагиоклаза и в различной степени измененного моноклинного пироксена.

Характерной особенностью ультраосновного массива является преимущественное развитие в нем систем трещин и разрывных нарушений северо-восточной и северо-западной ориентировки. Интенсивное развитие тектонических трещин в массиве, сопряжение различных их систем привело к усилению процессов физического и химического выветривания вдоль этих линейных зон, что нашло свое отражение в образовании систем линейно



вытянутых оврагов на склоне, появлении параллельно ориентированных участков русла *р. Патрушихи* и образовании Елизаветинского месторождения бурых железняков.

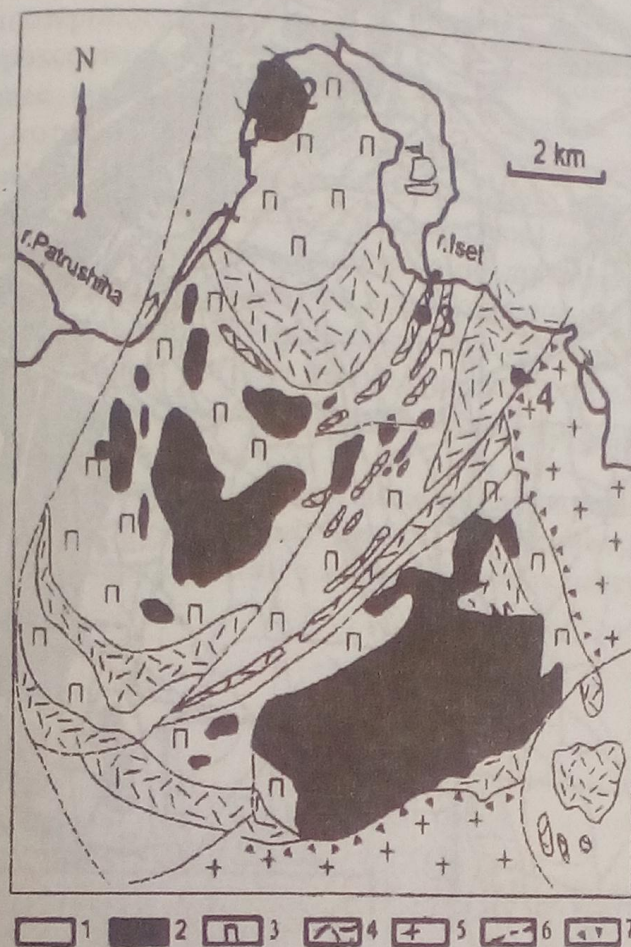


Рис. 80. Схема геологического строения Уктусского дунит-клинопироксенит-габбрового массива. По (Пушкарев, 1999):

1 – вмещающие вулканогенно-осадочные и метаморфические породы палеозоя; 2 – дуниты; 3 – клинопироксениты и верлиты; 4 – оливиновые и амфибол-пироксеновые габброиды; 5 – гранитоиды; 6 – тектонические нарушения; 7 – зоны развития эруптивных гипербазит-гранитных брекчий

### Описание маршрута

Маршрут начинается в пос. **Уктусе** на правом берегу *р. Исети*, в устьевой части *р. Патрушихи*, у каменного моста, сложенного из бутового камня, памятника архитектуры начала XIX в. (остановка троллейбуса "Уктус"). Поселок получил свое название по *р. Уктус*, которая при советской власти вдруг стала именоваться по названию ее левого притока - *р. Патрушихой* (рис. 81).

Поселок Уктус был основан вокруг казенного железодельного завода (одновременно с Алапаевским, Каменским и др.) в 1704 г., когда для войны со шведами Петру I потребовалось большое количество металла для пушек. Пуск этих заводов позволил России одержать верх над шведами.

**Т.Н. I.** В 500 м выше каменного моста сохранились остатки плотины пруда **Уктусского завода**. Место для пруда было выбрано весьма удачно. Здесь река имеет широкую (300-400 м) корытообразную долину с крутым скальным



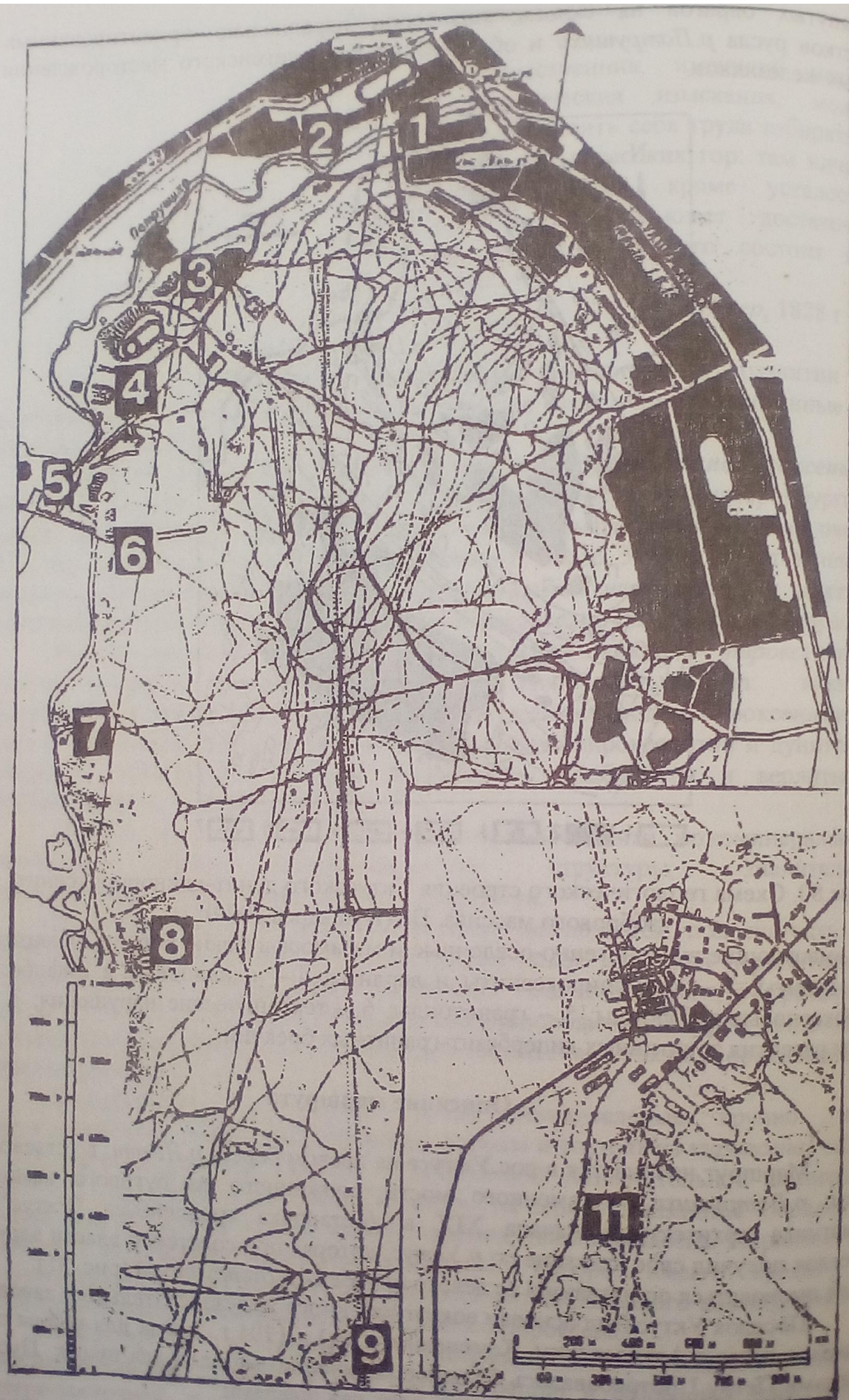


Рис. 81. Схема маршрута по Уктусскому массиву



правым берегом и террасированным высоким левым берегом, где разместились цеха завода (ныне лифтостроительный) и основные гражданские постройки пос. Уктуса.

Скальные выходы сложены породами черного, темно-зеленого цвета средне- и крупнозернистой структуры, массивной текстуры, по составу представлены пироксенитами и перидотитами, слабо серпентинизированными.

В настоящее время, когда воды пруда спущены, хорошо проявлено строение русла, которое можно описать и построить поперечный профиль р. *Патрушихи* в районе развилки автомобильных дорог.

Т.Н. 2. На данном участке русло реки делает меандрирующий (извивающийся) изгиб, обусловленный зонами дробления и выветривания тектонических нарушений. С этой точки хорошо видны надпойменные террасы левого берега, представленные эрозионно-аккумулятивным типом, верхний плодородный слой которых жители используют под огороды. В правом борту террасирование проявлено слабо и реликты террас представлены эрозионным типом.

В пойменной части отчетливо выделяются пойменные и старичные отложения. На берегу реки можно видеть отложения русловой отмели и береговой вал. Экскурсанты в этой т.н. составляют поперечный профиль реки (рис. 82).



Рис. 82. Старица в пойменной части р. *Патрушихи*

В этой же точке на склоне массива отчетливо выделяется лощина, разветвляющаяся в верховьях. Заложение ее обусловлено наличием геологического контакта дунитов и перидотитов, а также развитием в этой же зоне тектонической трещиноватости северо-западного направления.



Т.Н. 3. Карьер по разработке дунитов, которые в 50-е гг. XX столетия разрабатывались в качестве сырья для получения магнезиальных огнеупоров, имеет размеры 60х30 м. Борты отвесные, высота до 12 м. Выработкой вскрываются *дуниты* черного цвета с зеленоватым оттенком, массивные, мелко- и среднезернистые. С поверхности породы выветрелые, из-за чего их цвет становится светло-коричневым. Толщина корки выветривания 1-2 см. Окраска корочки выветривания обусловлена наличием глинистого минерала - *керолита* и *гидрокарбоната магния*. В дунитах наблюдается густая сеть тектонических трещин.

По плоскостям некоторых систем трещин фиксируется серпентинизация дунитов с образованием корок *серпентина* толщиной до 0,5 см. Серпентин светло-желто-зеленый. На плоскостях трещин видны борозды скольжения и уступчики, по которым участники экскурсии могут определить направление перемещения блоков.

В восточном борту карьера в его верхней части наблюдаются результаты процесса десквамации (шелушения), приводящие к образованию шаровой, скорлуповатой отдельности (рис.83). Наиболее интенсивно десквамация проявлена в зоне тектонического нарушения с падением на север. Здесь же наиболее интенсивно проявлены и процессы химического выветривания.



Рис.83. Процессы десквамации и химического выветривания по трещинам в дунитах. 1-й дунитовый карьер

Дуниты Уктусского массива содержат акцессорный хромшпинелид, образующий мелкие (0.5-2 мм, редко более) идиоморфные (октаэдрические) черные кристаллы. Состав данных хромшпинелидов (мас.%):  $Al_2O_3$  - 15-17,  $Cr_2O_3$  - 17-22,  $FeO$  - 50-55%,  $TiO_2$  - 1,5-2%. Хромшпинелиды такого состава в природе встречаются крайне редко, являются неустойчивыми и распадаются с образованием хромистого титаномагнетита и хромпикотита в соотношениях примерно 60 : 40. Температура распада твердого раствора оценивается приблизительно в 800-900 °С (Пушкарев, 1999). Температуры оливин-хромитового равновесия, рассчитанные по модифицированному



окситермобарометру (Чашухин и др., 1996), составляют для дунитов Уктусского массива 1150-1240 °С (Пушкарев, 1999).

Среди дунитов в карьерах встречаются редкие шлиры хромититов с сопутствующей платиноидной минерализацией (Иванов, 1996, Пушкарев, 1999). В более хромистых и магнезиальных хромититах вдоль берега реки преимущественно встречаются сингенетичные идиоморфные включения осмистого иридия и реже изоферроплатины. В забоях карьеров экскурсантам показывают пример одного из видов опробования коренных пород на платиноиды - бороздовое. На стенке остались "следы" такого опробования в виде борозд длиной 0,5 м, шириной до 10 см и глубиной 3-5 см. На этой точке наблюдения можно сделать зарисовки одной из стенок карьера и произвести массовый замер для последующего построения диаграммы трещиноватости.

По ходу движения к следующей точке наблюдения маршрут проходит у подножия техногенного отвала, образованного при строительстве трассы большого лыжного трамплина, и вдоль старицы *р. Патрушихи*. Здесь внимание участников экскурсии акцентируется на гравитационной дифференциации техногенного делювия, т.е. продуктов выветривания при отвалообразовании.

**Т.Н. 4. Карьер** размером 35х45 м с высотой бортов до 15 м. Карьером вскрыты те же *дуниты*, что и в Т.Н. 3. На этой точке наблюдения можно произвести хорошие зарисовки обнажения и набрать дополнительный материал для статистического измерения трещиноватости.

Данный карьер расположен в краевой зоне *дунитов*, вследствие чего дуниты более трещиноватые, более интенсивно серпентинизированные и по трещинам наблюдаются прожилки *магнезита*, которые создают впечатление, что дуниты имеют светло-бурый, светло-зеленый цвет. Трещины более пологие и в верхней части имеют куполообразный изгиб (рис. 84).

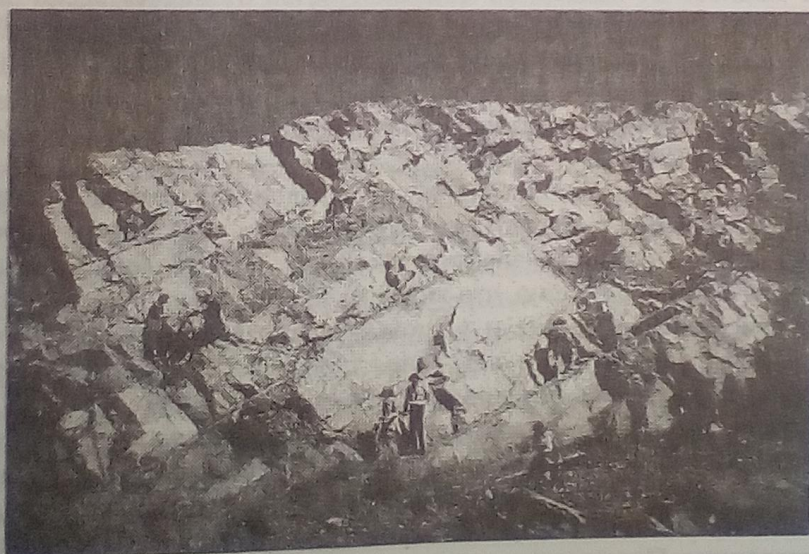


Рис. 84. Забой в 2-м дунитовом карьере

**Т.Н. 5. Ново-Елизаветинский пруд**, образованный на *р. Патрушихе* в районе пос. Уктуса, к сожалению, затопил практически полностью **старые песчано-глинистые карьеры кирпичного завода**. Карьеры вскрывали **аллювиальные отложения** первой и второй надпойменных террас, в которых



темно-зеленого цвета, массивной текстуры, крупнозернистой структуры, состоят преимущественно из пироксена с небольшим количеством серпентинизированного оливина.

Хребтовая часть массива представлена чередованием небольших увалов и понижений. На вершинах этих увалов пироксениты образуют гребневидные выходы с тектоническими ограничениями северо-восточного простирания и углами падения 80-90°.

В понижениях на хребте постоянно наблюдаются родники, которые свидетельствуют о заложении этих понижений на зонах трещиноватости, по которым циркулируют трещинные воды. Можно определить дебит (расход воды) источников, вкусовые качества воды.

Проходя по водоразделу Уктусских гор, нельзя забывать, что мы находимся на территории ботанического памятника природы областного значения, в границах которого, как это ни покажется странным, располагаются даже небольшие участки степной растительности. Степная растительность встречается здесь как на высоких выположенных водоразделах, так и на более сухих и теплых склонах (южном и восточном).

В состав флоры этих степей входят многие злаки (ковыль перистый, пырей отогнутоострый, овсяница овечья, овсец пустынный) и типичное степное разнотравье. Весной и летом здесь цветут сиреневая астра альпийская, синие - мордовник обыкновенный, василек сибирский, колокольчик сборный и вероника колосистая, бледно-желтая таволга, подмаренник желтый, дрок красильный (желтый). Всего здесь найдено около 30 видов типичных степных растений, многие из которых подлежат строгой охране.

По тропе выходим к дороге на пос. Рудный (ост. автобуса "База Динамо").

**Т.Н. 10.** Южнее лыжной базы "Динамо" многочисленные горки и самая крупная из них "Маяк" сложены амфибол-клинопироксеновым габбро.

Габброиды представлены породами массивной текстуры, мелко-, средне- и крупнозернистой структуры. Состоят из клинопироксена, образующего сравнительно крупные субидiomорфные зерна, замещенные с краев амфиболом, окруженные гипидiomорфнозернистым агрегатом клинопироксена, амфибола, короткопризматического основного плагиоклаза (битовнита), рудного минерала. Такие же породы можно видеть в искусственной выработке в борту полотна дороги в 300 м от лыжной базы "Трудовые резервы" или в 650 м к западу от базы "Динамо".

**Т.Н. 11.** Маршрут продолжается в п. Рудном (куда нас доставит автобус № 17). На юго-западной окраине поселка размещается **Елизаветинское месторождение природно-легированных бурых железняков**. Месторождение было открыто в 1829 г. и отрабатывалось около 150 лет.

На месторождении рудоносной является **кора выветривания** в различной степени серпентинизированных дунитов.

По генезису кора выветривания остаточная.

По морфологии - площадная, с линейными участками заглубления, развитыми по тектоническим нарушениям, образующим значительное количество глубоких карманов в палеозойском фундаменте (рис 87).



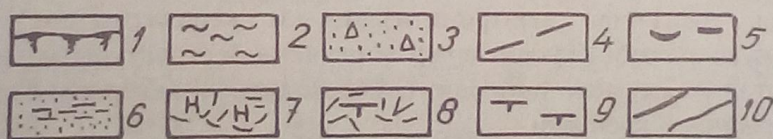
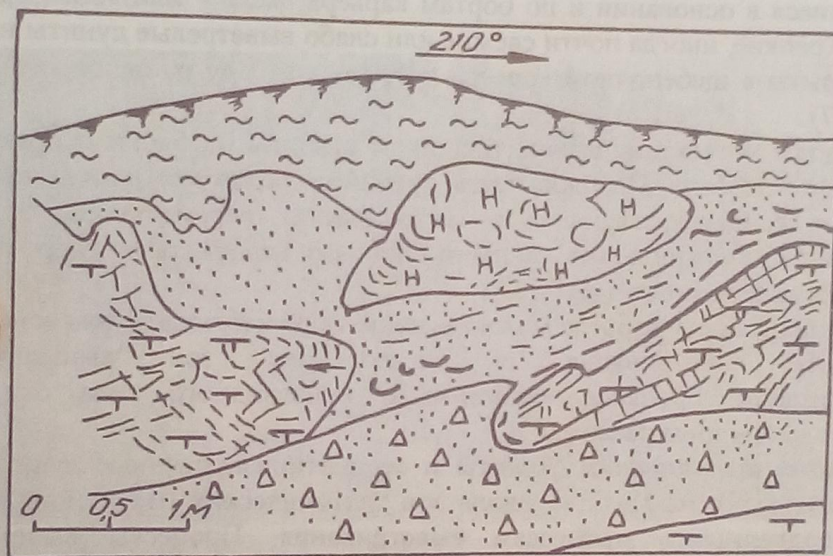


Рис. 87. Карман коры выветривания серпентинизированных дунитов в борту щебеночного карьера (Елизаветинское месторождение) и пример зарисовки в пикетажной книжке:

- 1 – почвенно-растительный слой; 2 – глины, суглинки; 3 – осыпь; 4 – скопления магнезита; 5 – жеоды бурых железняков; 6 – охристые бурые железняки; 7 – нонtronитизированные серпентиниты; 8 – зона дезинтеграции дунитов; 9 – дуниты с корочкой выветривания; 10 – геологические границы



Общая мощность элювиальных отложений колеблется от 5 до 80 и более метров, в среднем составляя 30—40 м. Преобладающий геохимический тип выветривания для месторождения - ферритный. Преобладающий минералогический профиль - охристый. Считают, что древний элювий сформировался в юрско-меловое время и отвечает тропическому или субтропическому, теплomu и влажному климату.

Наиболее полно *профиль* коры выветривания описан А.Л. Яницким (1965), который приводит его в таком виде (снизу вверх):

- 1) зона дезинтеграции в различной степени серпентинизированных дунитов;
- 2) зона выщелачивания, сложенная выщелоченными, карбонатизированными, слабононтронитизированными и керолитизированными дунитами и аподунитовыми серпентинитами (мощность 1—5 м и более);
- 3) зона охр, представленная охристыми порошковатыми глинистыми рудами и кремнисто-железистыми породами.

**Зона дезинтеграции серпентинизированных дунитов.** Дуниты, обнажающиеся в основании и по бортам карьера, мелко- или тонкозернистые, плотные. Крепкие, иногда почти свежие или слабо выветрелые дуниты наиболее полно вскрыты в щебеночном карьере в 200 м к западу от основного карьера (см. рис. 87).

Породы по тектоническим трещинам разбиты на блоки и практически превращены в щебень. По плоскостям трещин нередко можно видеть зеркала скольжения, свидетельствующие о тектонических перемещениях отдельных блоков. Многие трещины выполнены вторичными карбонатами, гидроокислами железа, марганца, керолитом.

В южном борту карьера можно в миниатюре наблюдать всю зональность химического выветривания с образованием зон выщелачивания, нонтронитизации, прослоев магнезита и линзовидного типа охр бурых железняков вдоль зоны разлома.

**Зона выщелачивания.** Дуниты и серпентинизированные дуниты как у поверхности, так и на глубине вдоль зон тектонических нарушений в разной степени подвергались процессам выветривания. Процессы выветривания выразились в разложении и выщелачивании материнских пород, в их карбонатизации, частичной нонтронитизации и керолитизации. Породы большей частью сохраняют основные черты первичной структуры материнских пород, в некоторых случаях они могут переходить в кавернозно-пористые образования различной крепости.

Под влиянием процессов выветривания породы принимают зеленовато-серую или серовато-белую окраску, иногда с бурыми, желтыми или черными пятнами. Эта пестроцветная окраска обусловлена скоплениями различных минеральных агрегатов: магнезита, кальцита, нонтронита, керолита, минералов марганца и др.

Тектонические трещины (сместители, разломы), многочисленные трещины отдельности, а также микропоры и пустоты, образовавшиеся вследствие выветривания и выщелачивания эндогенных минералов, выполнены преимущественно магнезитом, местами кальцитом, доломитом или керолитом, кварцем, опалом с образованием их гнезд и прожилков. Мощность некоторых прожилков магнезита достигает 2-3 см и более.



Рыхлые, землистые и дресовидные разности выветрелых дунитов и серпентинизированных дунитов представляют собой породы, подвергшиеся более глубокому изменению. Они не только дезинтегрированы механически, но разложены и преобразованы химически и находятся в таком состоянии, что нередко при слабом ударе рассыпаются на мелкий щебень или в сыпучую землистую и порошковатую массу зеленовато-серого или грязно-серого цвета.

Вещественный состав этой рыхлой массы представлен следующими минералами: нонтронитом, местами керолитом, кальцитом, магнезитом, доломитом, кварцем, иногда гидроокислами железа и марганца.

На некоторых участках поверхность кусков щебня покрыта многочисленными мельчайшими черными дендритами марганцевых минералов, а иногда белыми пленками и корками карбонатов, на которых также наблюдаются мелкие звездчатые и ветвистые дендриты марганцевых образований.

*Зона охристых окислов и гидроокислов железа.* Выше зоны выщелачивания, карбонатизированных, слабо нонтронитизированных и керолитизированных дунитов и серпентинитов находится зона окислов и гидроокислов железа (рис 88).



Рис. 88. Зарастающий карьер Елизаветинского месторождения природно-легированных бурых железняков. Забой вскрывает зону охристых руд с жеодами

Эта зона сложена рыхлой буровато-желтой или лимонно-желтой слабосцементированной массой, состоящей из порошковатых и комковатых образований гетита, гидрогетита, гематита, магнетита и марганцевых минералов (асболан, вад).



## 5. ОРУДЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЕКАТЕРИНБУРГСКОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА

*(по следам древних рудознатцев в долине реки Исети)*

Это еще в годы было,  
Когда тут стары люди жили.  
На том, значит, пласту,  
Где поддерново золото теперь находят.  
Золота этого... кразелитов...  
Меди... полно было.  
Бери сколько хочешь.

*П.П.Бажов*

Из публикаций по археологическим раскопкам (Берс, 1954; 1963) и данных изучения истории освоения Урала («Рифейских гор», «Камня» и др.) становится ясно, что добыча и использование полезных ископаемых начинается с появления древнего человека на его просторах.

Заселение Среднего Урала в районе будущего г. Екатеринбурга началось с эпохи мезолита (12 тыс.-8 тыс. лет до н.э.) и последующего бронзового века по берегам озер Исетское, Шарташ, Шувакиш, Карасье и вдоль рр. Чусовой, Исети и Пышмы. Некоторые населенные пункты вокруг г. Екатеринбурга (Арамилы, Палкино, Коптяки, Шарташ, Среднеуральск, Верхне-Макарово и др.) расположены в местах древних поселений этой эпохи (Берс, 1963). Поселения возникли на таких участках берега, где к ним подходили гористые возвышенности. Нередки поселения на каменистых островах среди болот и озер.

Археологические памятники относятся к трем основным этапам развития материальной культуры – эпохе камня, эпохе бронзы и эпохе железа.

В эпоху камня люди не знали металлов.

В эпоху бронзы наряду с орудиями и оружием из меди и бронзы использовались и орудия из камня.

Только открытие человечеством железа, умение добывать и изготавливать из него орудия постепенно вытеснило каменные орудия.

Археологические памятники эпохи камня относятся к шигирской культуре и в окрестностях Екатеринбурга и на его территории характеризуют быт племен с охотничье-рыболовецкой формой хозяйства (Берс, 1954; 1963).

В течение длительного периода, который охватывает две эпохи развития местного общества – эпоху неолита и бронзы, эта первобытная форма ведения хозяйства не менялась, но она не могла приостановить поступательное развитие общества, приведшее в конечном итоге охотничье-рыболовецкие племена с политическим укладом жизни к освоению медных руд края.

Металл и изделия из него при той же охотничье-рыболовецкой системе хозяйства медленно вытесняют каменные орудия. Археологические памятники этой культуры (конец II – начало I тысячелетия до н.э.) в окрестностях г. Екатеринбурга – поселения и жертвенные места.

К известным памятникам этой культуры относятся: жертвенное место мыса Елового, правобережные поселения Палкинское, Макушинское, Калмацкое, возникшие поверх и на месте стоянок шигирской культуры.



К памятникам, найденным на новых местах, относятся: поселение на северо-восточном берегу мыса Лиственного на Исетском озере, селища «Новые» на правом берегу р. Исети у остановки Гать, верхний слой Палкинского городища, стоянка у мыса Гамаюн на Верх-Исетском пруду, а также селище у д. Броды в районе Каменска-Уральского (гамаюнская культура).

К более поздним памятникам в окрестностях Екатеринбурга в пределах IX-XVIII вв. по III-II вв. до н.э. относятся: селище Толстик на Исетском озере, селище на оз. Макуша, верхние слои Палкинского правобережного селища, жертвенное место на мысе Еловом.

Устанавливается возникновение и новых жертвенных мест. Такие жертвенные места, как Чертово городище, г. Матаиха, Шарташские каменные палатки, возникли позднее, чем жертвенное место мыса Елового (Берс, 1963).

Знакомство с археологическими памятниками и геологическими особенностями строения района расселения древних рудознатцев рекомендуем начинать в г. Среднеуральске на восточном берегу оз. Исетское (рис. 89). Озеро Исетское, из которого вытекает р. Исеть, находится в 25 км от Екатеринбурга и является одним из самых больших и красивых озер в окрестностях города.

Берега Исетского озера - это все места древних поселений, где более ранние памятники занимают низкие пойменные части восточного берега, а более поздние расположены на гористых возвышенностях и в ложбинах между гор по западному берегу озера. В начале XX в. эти памятники были открыты О.Е. Клером и Н.А. Рыжниковым и названы (от дер. Коптяки) Коптяки 1, 2, 3 и т.п. (всего 14 памятников).

Т.Н.1. Глыба амфиболита на высоком скальном берегу оз. Исетское, где прикреплена мемориальная доска на месте стоянки древнего человека.

Примитивный способ плавки меди в горшках хорошо восстанавливается по обнаруженным в 1949 г. на этом месте остаткам примитивной медеплавильной печи. Здесь у склона 15-метрового обрыва следы плавки меди в горшках, относящиеся к первой половине I тысячелетия до н.э. (Берс, 1954). Раскопками установлено, что в неглубокую, до 50 см, яму высыпался древесный уголь, окружавший два поставленных туда остродонных, с отогнутым венчиком горшка. Над очажной ямой делалось конусообразное покрытие, по-видимому, из дерна. В горшки засыпалась руда, уголь разжигался, и для поддержания нужной температуры создавалась дополнительная тяга воздуха (для этого по краю очажной ямы у самого обрыва вставлялись сопла). При добыче получившегося металла горшки были разбиты, на черепках их сохранились капли меди, а в яме - медный шлак и обломки сопел.

Восточный обрывистый берег оз. Исетское сложен амфиболитовыми сланцами и амфиболитами с переходами их в амфибол-биотитовые и биотитовые гнейсы.

Амфиболовые сланцы и амфиболиты на описываемом участке представляют собой серовато-зеленые и темно-зеленые, почти до черных, сланцеватые породы, состоящие в основном из роговой обманки, и в меньшей степени светлых минералов либо почти из одного амфибола. Под микроскопом они представляют собой гранобластовые породы, состоящие из зеленой роговой обманки (50-95%), плагиоклаза - 30-35 (5-40%) и кварца (5-20%), распределенных обычно неравномерно с образованием линзовидных и полосчатых скоплений роговой обманки, чередующихся с полосами преимущественного развития плагиоклаза и кварца.



Гнейсы обладают гнейсовидной, часто полосчатой текстурой по облику, по структуре и составу они довольно разнообразны. Обычно это светлые мелкозернистые породы. Под микроскопом они состоят из кварцево-

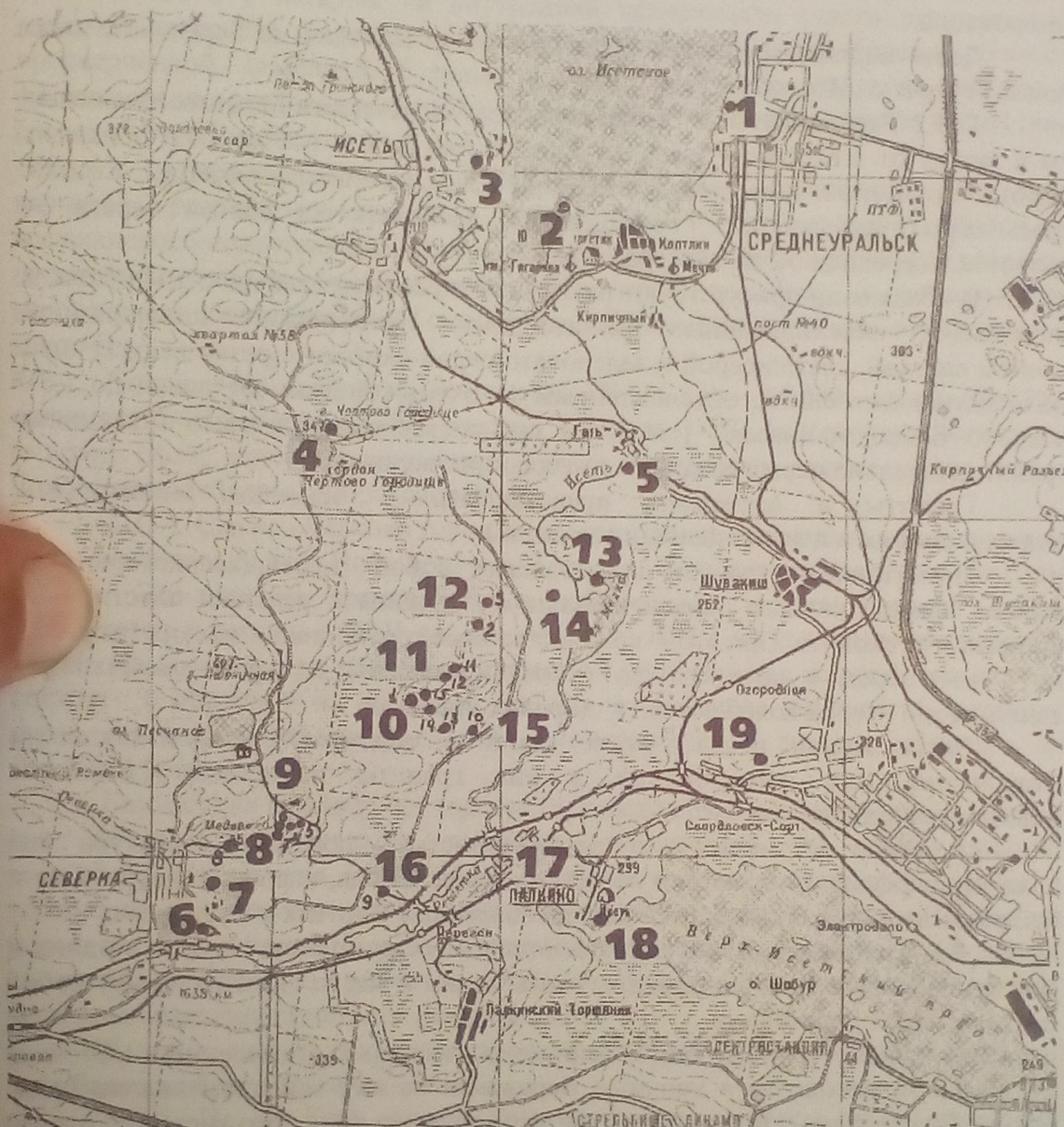


Рис. 89. Схема геологического маршрута по историческим местам вдоль долины р. Исеть (масштаб 1:100000):

1-5 – место стоянок древнего человека: восточный берег оз. Исетское (1), «Коптяки-5» (2), у подножья г. Толстик (3), у г. Чертово Городище (4), Калмацкий брод (5); 6 – Северские скалы; 7 – Северский щебеночный карьер; 8 – копи г. Медвежки (№ 4-7); 9 – «Северская писаница»; 10 – копи г. Пуп (№ 1, 13, 14, 15); 11 – гранатовые копи (№ 11, 12); 12 – копи г. Лапа (№ 2, 3); 13 – поселение древнего человека на о. Макуша; 14 – жертвенное место «Еловый мыс»; 15 – эпидотовая копь г. Дурман; 16 – гранатовая копь г. Селяпка; 17 – «Палкинское селище»; 18 – п-ов Гамаюн; 19 – Решетинское месторождение бурых железняков



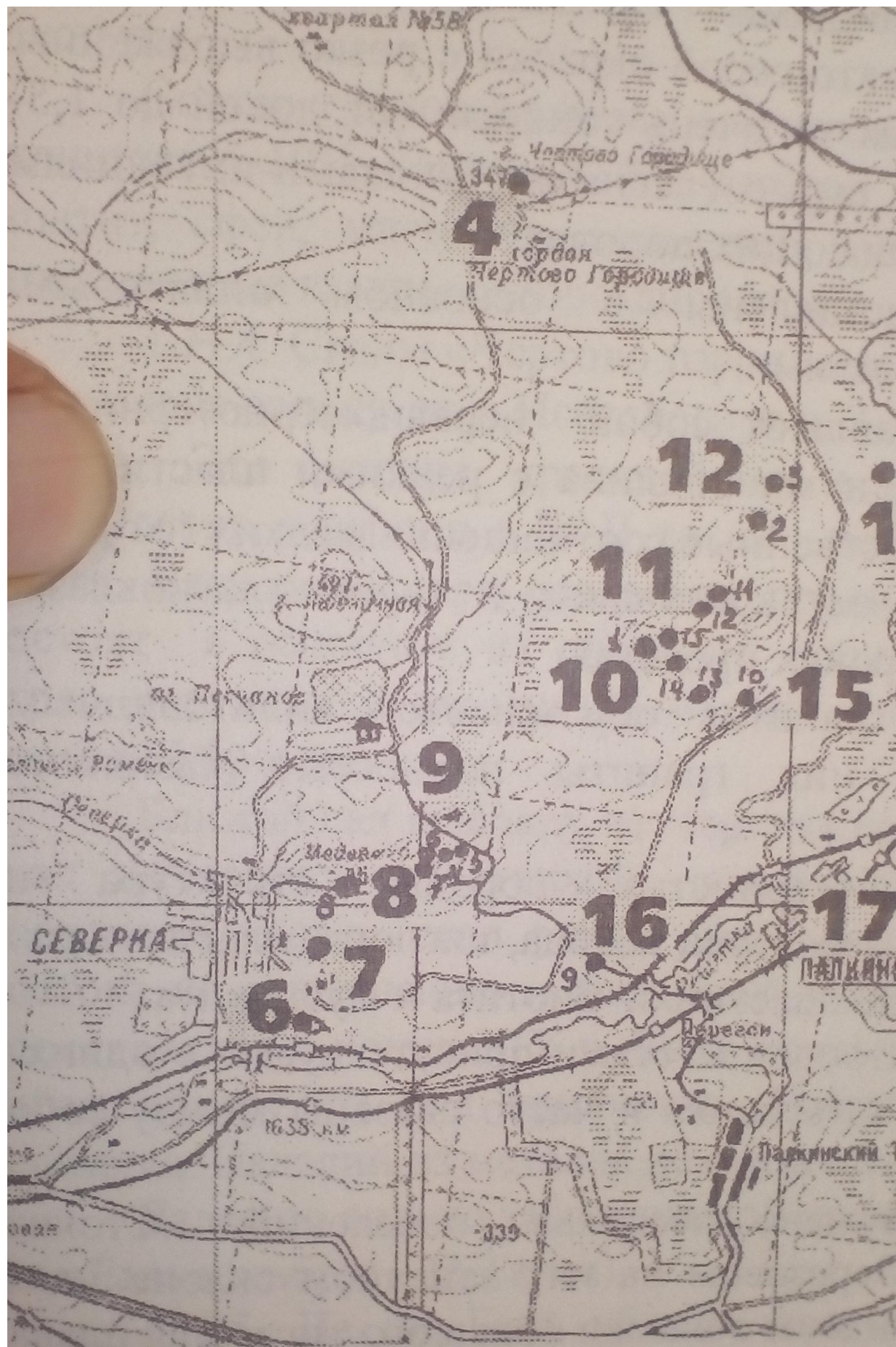
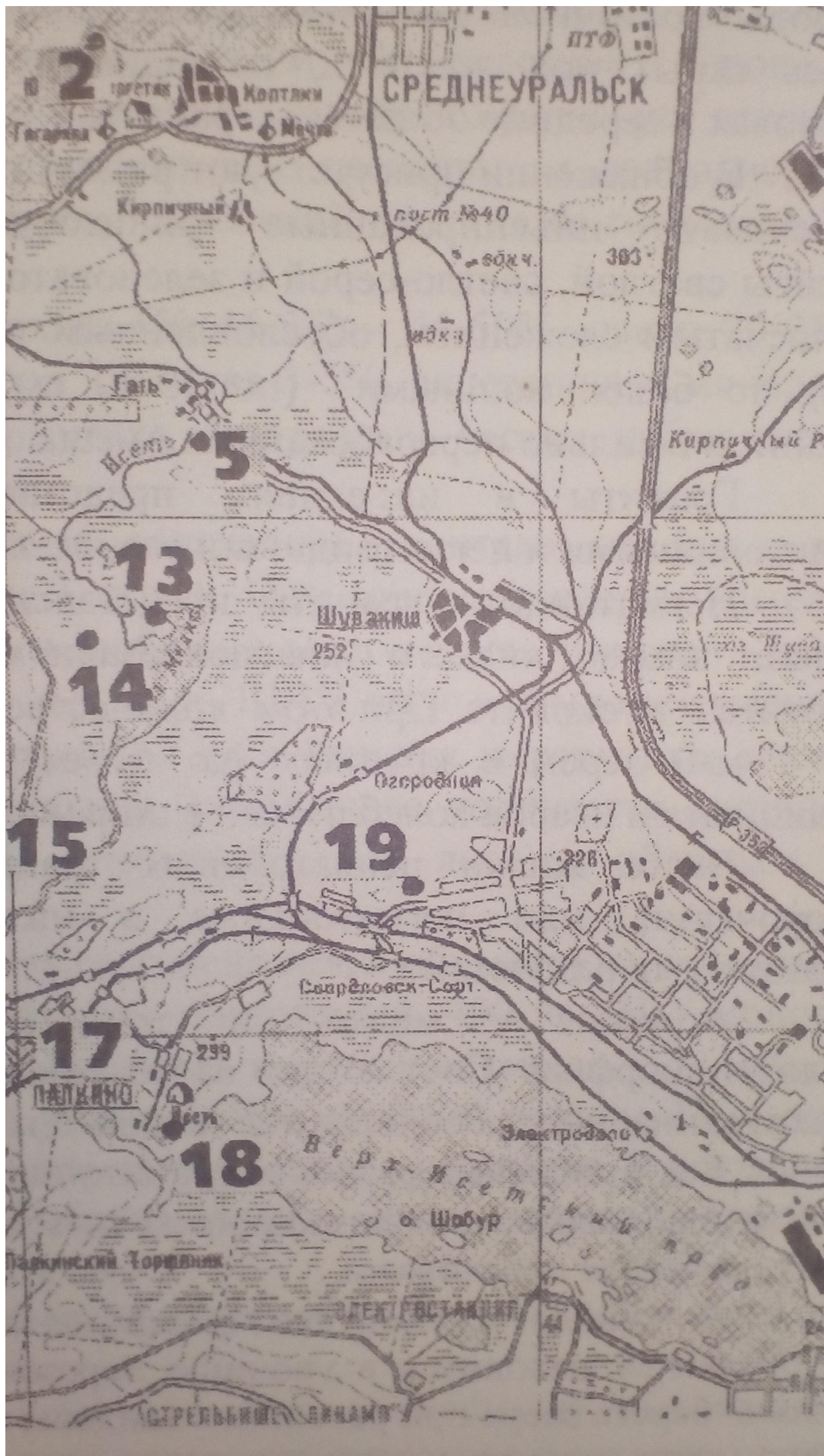


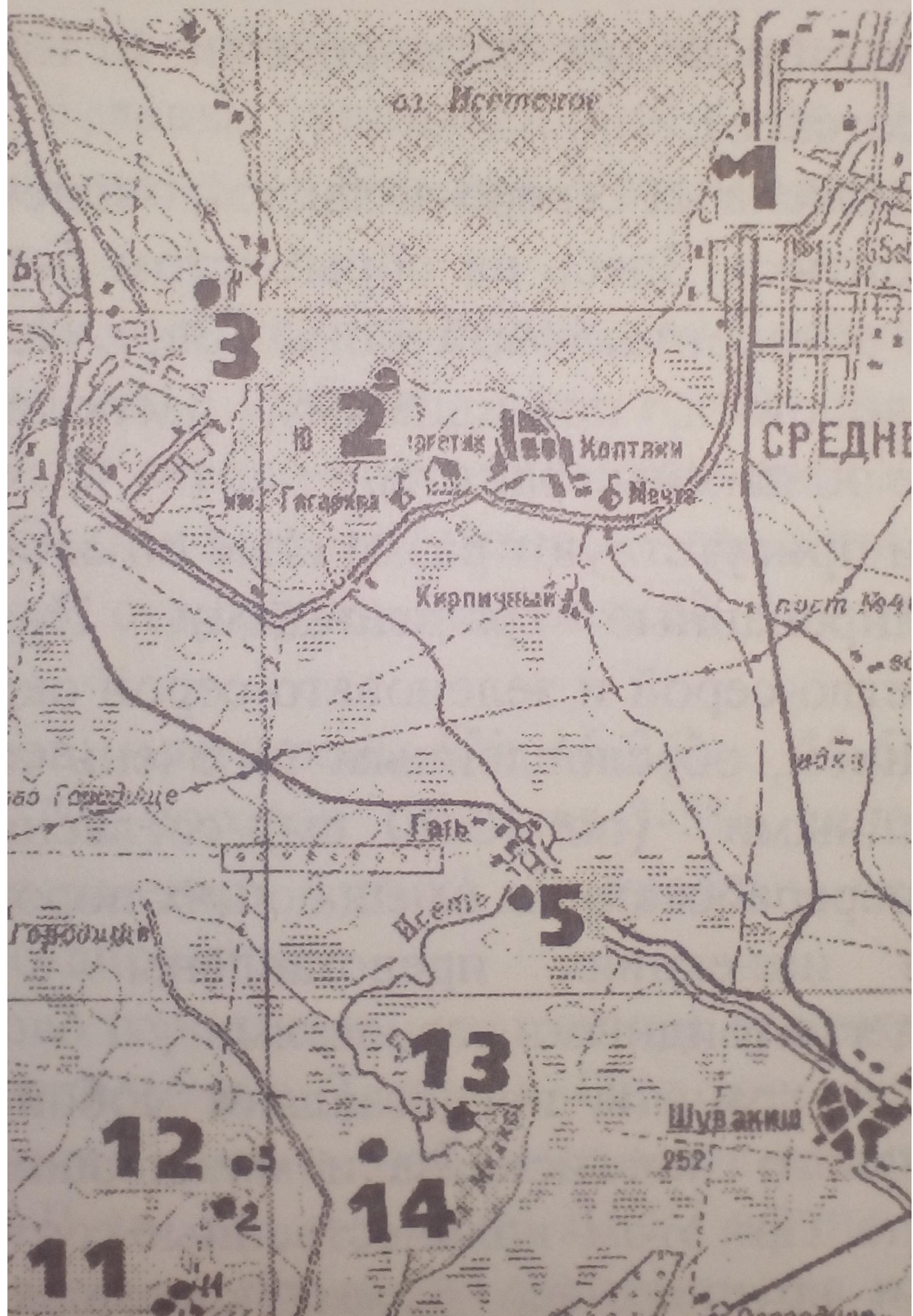
Рис. 89. Схема геологического марша  
вдоль долины р. Исеть (м  
1-5 — место стоянок древнего человека;  
Костыкин 5; (2) и подножья г. Толстик







и довольно разнообразны. Обь  
од микроскопом они состоят из





полевошпатовой массы с редкими зернами роговой обманки или пластинками биотита и мусковита и мелкими кристалликами граната. В состав кварцево-полевошпатовой части входят мелкие зерна то кислого плагиоклаза, то андезина, иногда того и другого вместе, с ними присутствуют зерна кварца и микроклина.

Далее маршрут проходит по дороге на п. Коптяки до Березового мыса (южный берег оз. Исетское).

Т.Н.2. Расположена на северо-западной оконечности Березового мыса в 1 км к западу от п. Коптяки. Здесь на обрывистом берегу оз. Исетское обнажены породы восточной экзоконтактовой зоны Верх-Исетского массива. Контакт здесь скрыт под водой и, по-видимому, располагается вблизи берега: на островах в середине обнажены граниты.

В обнажении присутствуют различные по составу гнейсы и амфиболиты, интенсивно инъецированные гранитоидами. Преобладают инъекционные гнейсы светлой, светло-серой и зеленовато-серой окраски с резко выраженным полосчатым сложением, обусловленным то очень тонкими (от долей до 1,5-3 мм), то более мощными (по 30-40 см) согласными жилками-инъекциями гранитов в сильно переработанных вмещающих породах.

Граниты в инъекциях представлены в основном аплитовыми, аплитовидными и пегматоидными разностями.

Пегматоидные граниты представляют собой неравномернозернистый агрегат кварца, кислого плагиоклаза и микроклина с редкими пластинками биотита и мусковита. При этом количественные соотношения мелких (от долей до 1 мм) зерен и крупных (до 5 мм) кристаллов и зерен плагиоклазов, калишпата и кварца колеблются в широких пределах.

Часто жилки пегматоидных гранитов обрамляются аплитовидными оторочками, или пегматоидные в них граниты полностью сменяются аплитовыми разностями.

Аплиты — мелко- и тонкозернистые породы, структура их аллотриоморфная. Состоят они из мелких зерен кварца, кислого плагиоклаза и микроклина, иногда появляются мелкие пластинки биотита и мусковита.

Все описанные разности гранитоидов местами присутствуют в одних и тех же прожилках или линзовидных инъекциях и часто связаны между собой постепенными переходами.

В районе п. Коптяки обнаружено несколько поселений. Стоянка «Коптяки-5» находится в урочище Березовом на юго-западном склоне мыса. Вдоль берега озера при раскопках найдены обломки большого тигля для плавки меди, горн, посуда с плоским дном, точильные плиты, каменные орудия и плоскодонная посуда с орнаментом того же типа, что и на сосудах из раскопок на острове Макуша, на Калмацком броде и в Палкино. Иногда орнамент настолько одинаков, что отличить одни черепки от других весьма затруднительно. В прибрежной зоне довольно часто можно найти отдельные черепки древней посуды.

Т.Н.3. На западном берегу озера, за п. Исетским, к северу расположена возвышенность. Она носит название г. Толстик и сложена гранитами Верх-Исетского массива.

До 1930 г. все западные берега Исетского озера от поселка до р. Черной покрывал густой сосновый лес, вплотную подходивший к берегам. При вырубке и раскорчевке леса были обнаружены древние вещи: бронзовые зеркала,



медные бляхи, большая двухсторонняя литейная форма из талькового камня для отливки копий, два наконечника копий из меди, обломки литейных форм. Были найдены и бронзовые изображения летящих птиц – идолы. На месте раскопок оказались также обломки толстостенной обожженной глины, сильно прокаленной и с нагаром на внутренней поверхности (части разрушенных плавильных печей), изделия из камня, скребки, точильные бруски, обломок просверленной каменной булавы, указывающий, что изделия из камня существовали вместе с предметами из бронзы. Установлено полное отсутствие следов употребления железа.

У подножия г. Толстик, сложенной гранитами, размещаются несколько карьеров, разрабатываемых на щебень для нужд железной дороги и гражданского строительства. В северо-восточном карьере (Уралнеруд) вскрыты преимущественно роговообманковые биотитовые граниты и гранодиориты серого цвета среднезернистой структуры, массивной, участками гнейсовидной текстуры.

Состав гранодиоритов: плагиоклаз (№ 16-24) – 45-50%, кварц 20-25%, калишпат 5-10%, биотит 5-7%, роговая обманка 3-5%, акцессорные минералы (апатит, сфен, магнетит, ильменит, рутил). В краевых частях наблюдаются более темные шлиры габбро-диоритов.

Т.Н.4. Скалы «Чертово городище», сложенные гранитами, находятся в 4-5 км к юго-западу от п. Исетского и г. Толстик. Они хорошо известны жителям города. Это одно из красивейших и любимых мест отдыха горожан. Здесь, среди лесов, в период с III-II вв. до н.э. и по III-IV вв. н.э. было жертвенное место. Находимые при раскопках предметы типичны для жертвенных мест и состоят в основном из обломков посуды, небольшого количества костяных мелких пережеванных костей животных (быка, лося) и обломков из бронзы.

Ближайшая к западу от Чертова городища гряда обнаженных гранитных скал называется г. Матаихой, тянется на протяжении 400 м. На вершине восточной части скал ранее располагалось жертвенное место. К нему с востока по выступающим лестницей камням горы удобный подъем. Памятник исследовался в конце XIX в. Была вскрыта жертвенная площадка, и в зольных слоях обнаружен ряд предметов. Найдены также мелкие жеванные кости и керамика. Изделий из металла не оказалось.

Далее по сильно заболоченной просеке перемещаемся на восток к ст. Гать (ж/д Екатеринбург - Н-Тагил).

Т.Н.5. На ст. Гать вблизи железнодорожного моста на мысовидном изгибе реки располагалось многолюдное поселение, известное у археологов как «Калмацкий брод». Раскопки трех жилищ показали, что их жители вели охотничье-рыболовецкое хозяйство и жили с начала II тысячелетия до н.э. В самих жилищах найдены шлифовальные плиты, возле них лежали шесть каменных топоришков незаконченной обработки. В жилищах металла не найдено, но по типам вещей и обломкам посуды можно установить, что они относились к переходному периоду от эпохи неолита к эпохе бронзы (Берс, 1963).

Далее маршрут продолжается в район ст. Северка, куда можно добраться по грунтовой дороге с г. «Чертово городище» мимо живописного оз. Песчаное (см. рис. 89), или добраться на электричке (Кузинское направление) в район Палкинских копей. Копи известны с конца прошлого века под названием «Евгение-Максимильяновские». Изучение копей было проведено приват-доцентом Санкт-Петербургского университета А.Н. Карножицким (1896). Им



озовато-желтого граната и крупного эпидота.

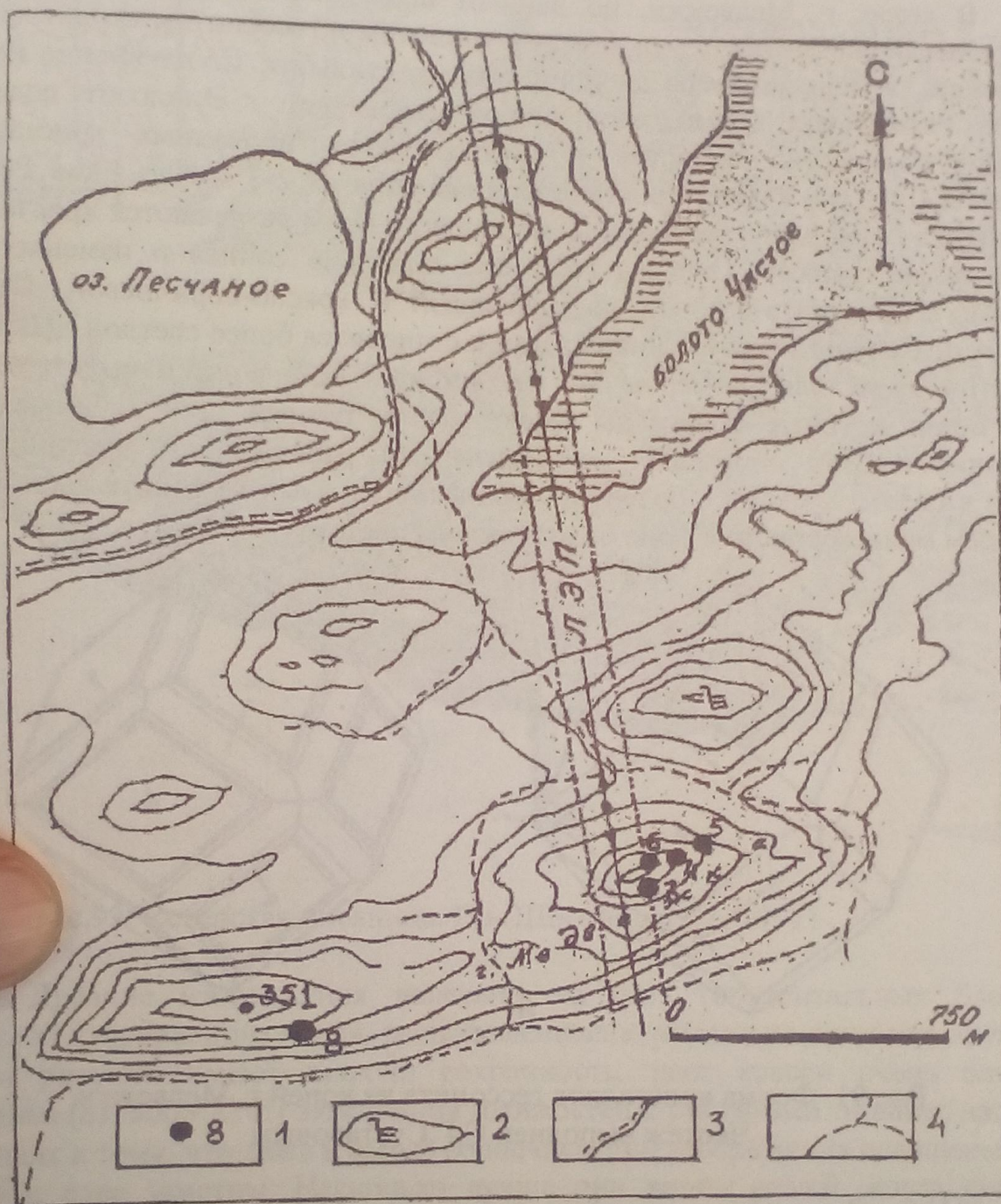
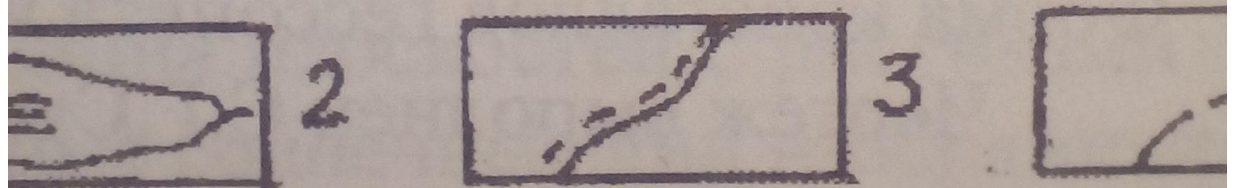
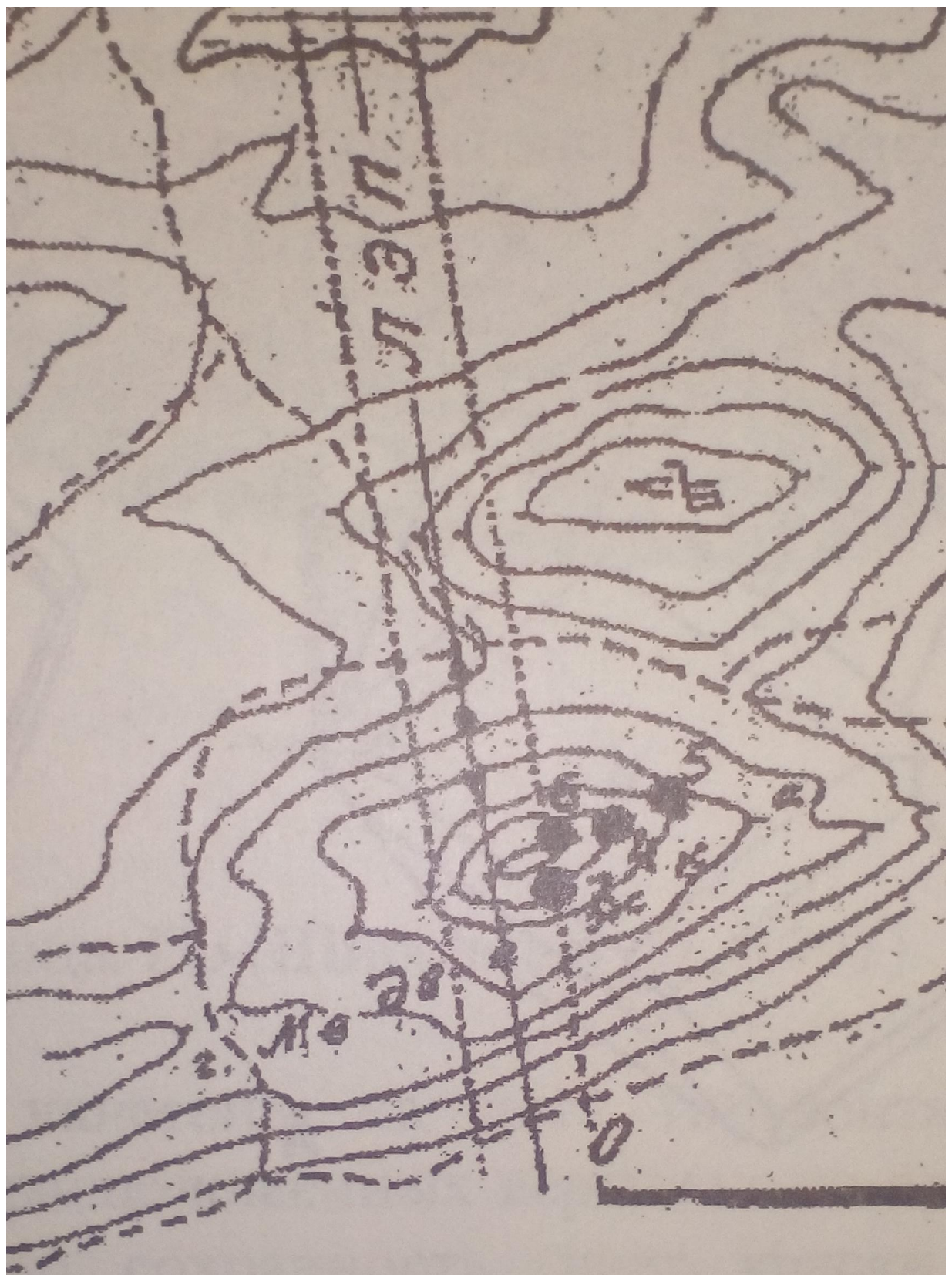


Рис. 90. Схема размещения копей г. Медвежки и Северной писаницы. 1 - копи и их номера; 2 - Северская писаница; 3 - дорога на г. Черный Ошч; 4 - лесные дороги.

«Лучшие штуфы граната и эпидота несущие, как правило, оба минерала одновременно, добывались из-под верхнего слоя почвы и лишь изредка попадались глубже. На таких штуфах наблюдались прозрачные кристаллы эпидота, отличающиеся большой величиной (до 1 см в длину и более). Крупные кристаллы эпидота до 8-9 см в длину мало прозрачны. Окраска эпидота «зеленовато-бурая» (Барбот де Марни, 1910).

Двигаясь по увалу, по южному склону к востоку вдоль тропы, мы выходим к серии копей № 4-7. Копь № 5 находится в 1





ия копей г. Медвежки и Северск



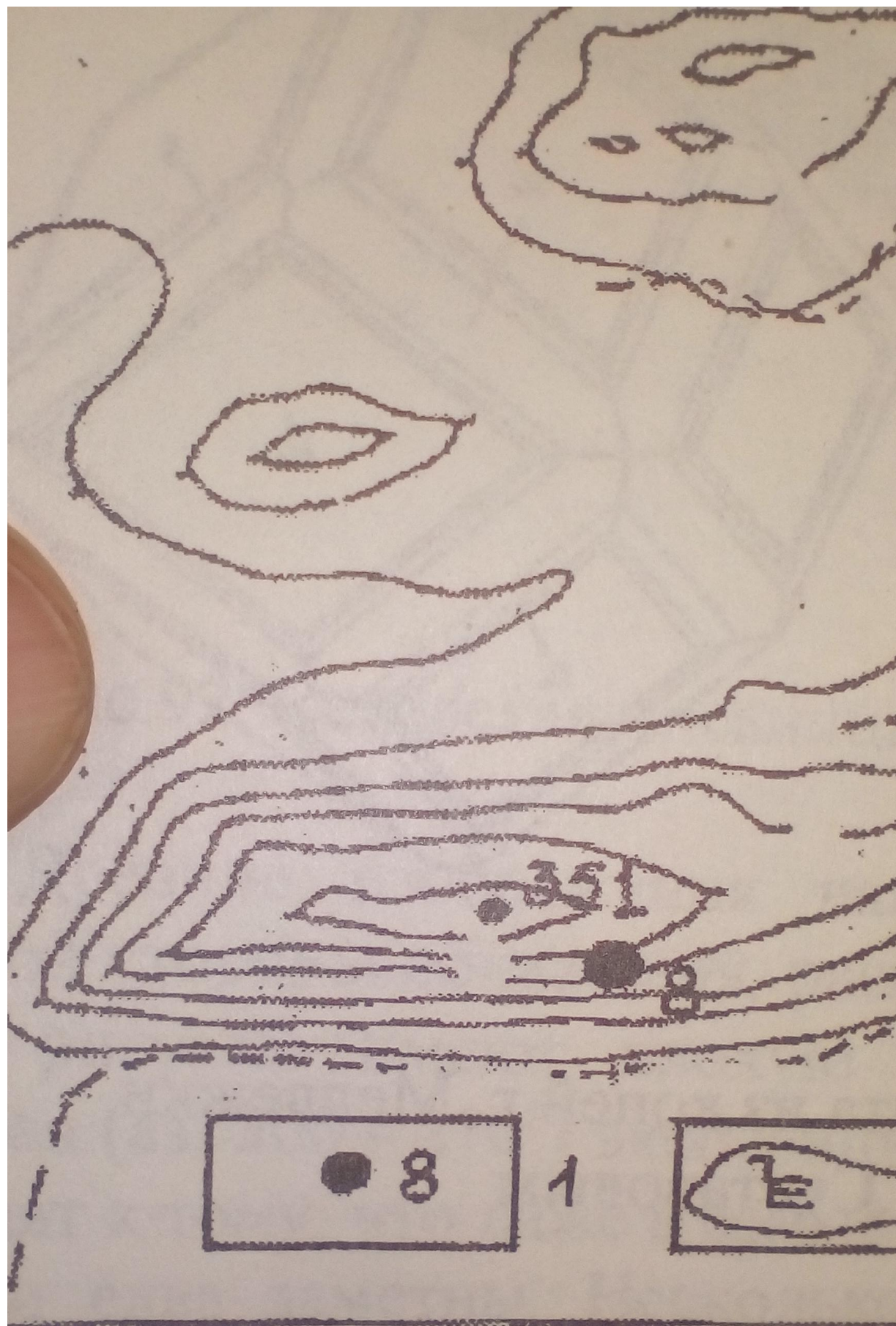


Рис.90. Схема размещения ко-  
пи и их номера; 2 - Север



было составлено описание 14 копей (копи и их номера можно видеть на схеме – см.рис.89). Из этих копей добыты образцы граната, эпидота, пушкinita, аметистовидного кварца, клинохлора, аксинита, титанита и др. минералов (Барбот де Марни, 1910). Многие из этих минералов можно найти и в настоящее время.

Маршрут к Палкинским копиям был восстановлен в 60-х годах кафедрой минералогии (тогда еще Свердловского горного института), по инициативе профессора Г.Н.Вертушкова. Одна из копей была позднее названа Вертушковской (№15). Минералы из копей детально изучены доцентом кафедры минералогии и петрографии С.Г.Суставовым, чьи материалы использованы при описании маршрута.

Т.Н.6. Прямо со станции, за зданием вокзала, открывается вид на Северские скалы (см.рис. 89). Северские скалы – длинная скалистая гряда, сложенная мелкозернистыми гранодиоритами, эффектно возвышается над сосновым лесом. Гряда общей протяженностью около 550 м делится на Малые и Большие скалы. Для скал характерна типичная матрацевидная отдельность, а на ряде скал можно наблюдать «ниши и котлы выдувания». Образовались они в то время, когда соснового бора еще не было и скалы были открыты для западных и северо-западных ветров. Песчинки и обломки дресвы из элювиальных осадков в ветровом потоке обтачивали скалы, образуя ячеистые «ниши выдувания», а камешки, задерживающиеся в такой нише, постепенно вышлифовывали «котлы выдувания» по форме внутренней полости, напоминающей бабушкин чугунный котелок.

Далее, примерно в 1 км к северу, расположен действующий Северский щебеночный карьер (см. рис. 89).

Т.Н.7. Карьер, имеющий размеры 0,3-0,8 км и глубину около 40-50 м, вскрывает гранодиориты серые и светло-серые, мелко-, реже среднезернистые, пятнистые, иногда полосчатые, массивные или гнейсовидные.

Рисунок гранодиорита точечный; иголки амфибола размером 0,5-1 мм и черные точки чешуек биотита разбросаны спорадически по светлому фону полевых шпатов. Местами темноцветные минералы образуют крупные скопления, придавая породе пятнистый рисунок. Полевые шпаты встречаются в небольшом количестве, иризируют мелкими искрами. Гранодиориты хорошо шлифуются и полируются. Гранодиориты добываются для получения щебня высокого качества.

В центре карьера в трещинах отрыва можно встретить гидротермальные кальцитовые жилы с хорошо образованными кристаллами кальцита, которые детально были изучены С.Н. Никандровым (1980).

Кальциты имеют окраску желтого цвета различной интенсивности и оттенков – от бледно-желтого до густого желто-бурого и даже бурого. Грани практически всех кристаллов, за исключением наиболее поздних, матовые, а грани некоторых форм, чаще всего скаленоэдров, округлые. Размеры кристаллов достигают 7 см.

Также среди гранодиоритов можно найти дайки и тела пегматитов и аплитов мощностью до 0,5 м. В дайках встречаются небольшие зерна гранатов.

Т.Н.8. Из карьера по грунтовой дороге перемещаемся на юго-восточный склон г. Медвежки (рис. 90), где можно увидеть небольшие оплывшие и заросшие выработки, вскрывающие эпидотовую копь (№ 8).

В прошлом веке, по описанию А.Н.Карножицкого, на г. Медвежке находилась гранатово-эпидотовая копь, доставляющая великолепные образцы



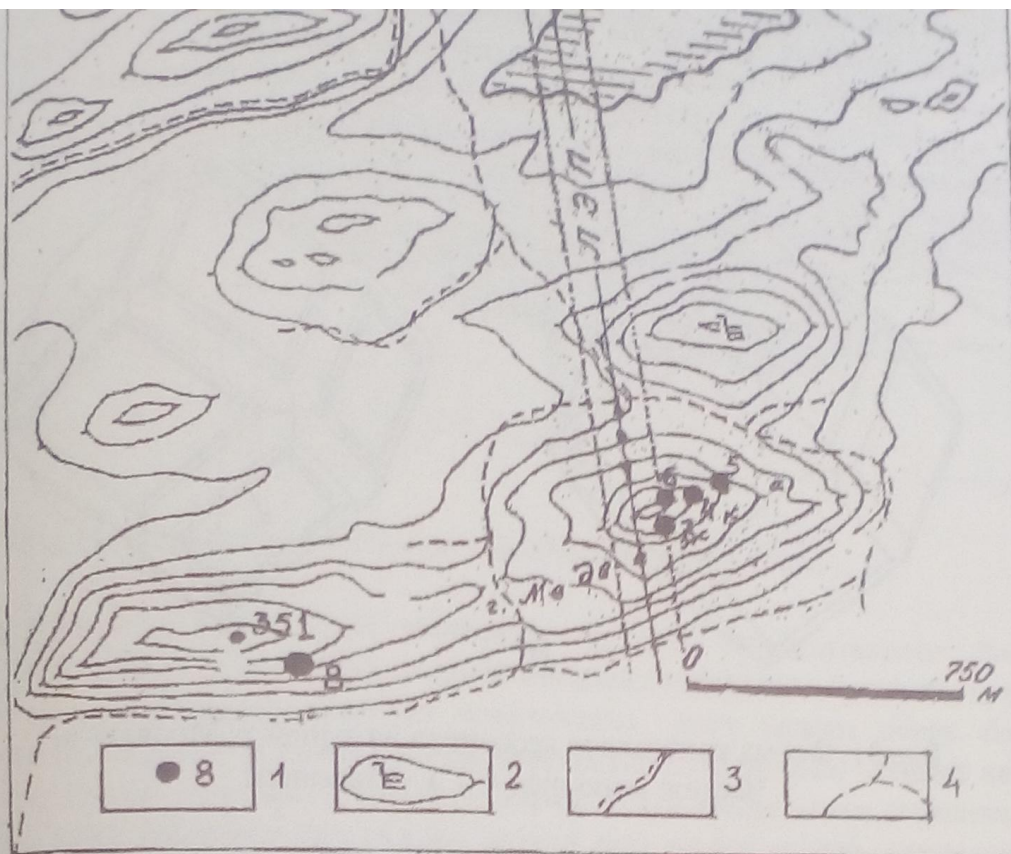


Рис.90. Схема размещения копей г. Медвежки и Северской писаницы.  
1 – копи и их номера; 2 – Северская писаница 3 – дорога на г.Чертово  
городище; 4 – лесные дороги

«Лучшие штуфы граната и эпидота несущие, как правило, оба минерала одновременно, добывались из-под верхнего слоя почвы и лишь изредка попадались глубже. На таких штуфах наблюдались прозрачные кристаллы эпидота, отличающиеся большой величиной (до 1 см в длину и более). Крупные же кристаллы эпидота до 8-9 см в длину мало прозрачны. Окраска эпидота светлая, зеленовато-бурая» (Барбот де Марни, 1910).

Двигаясь по увалу, по южному склону к востоку вдоль тропы в пересечении с ЛЭП выходим к серии копей № 4-7. Копь № 5 находится в 10 м от тропы, идущей по склону увала на север, и представляет собой небольшую яму 3 м в поперечнике. Наибольший интерес представляет копь № 4, находящаяся в 15-20 м на запад от копи № 5 в густых зарослях. В настоящее время копь представляет плоский отвал площадью 20-25 кв.м, состоящий из



крупных обломков гранатового скарна и гранатового эпидозита.

В коях г. Медвежки, по данным исследований С.Г.Сустанова, в минеральный состав эпидозита наряду с эпидотом и гессонитом входят кварц и плагиоклаз, в меньшей мере диопсид, апатит, стильбит. Соотношение первых четырех минералов в эпидозите широко варьирует. Эпидозит содержит большое количество полостей и пустот, инкрустированных кристаллами гессонита (рис.91). Размер кристаллов колеблется от 2-3 мм до 1 см. Ребра и грани кристаллов часто растворены, но наряду с этим встречаются кристаллы с зеркальными гранями. Окраска гессонита довольно сочная и изменяется от бледной коричневато-розовой до оранжевой и красно-коричневой. Окраска зависит от размера зерна и с уменьшением становится более светлой. Наиболее эффектны кристаллы размером 3-5 мм, т.к. они прозрачны и имеют сочный цвет. Более крупные кристаллы имеют более темный цвет и меньшую прозрачность. Это определяет окраску мономинерального гессонитового скарна в целом; пустоты с более крупными индивидами гессонита выделяются на общем мелкозернистом фоне более темным цветом.

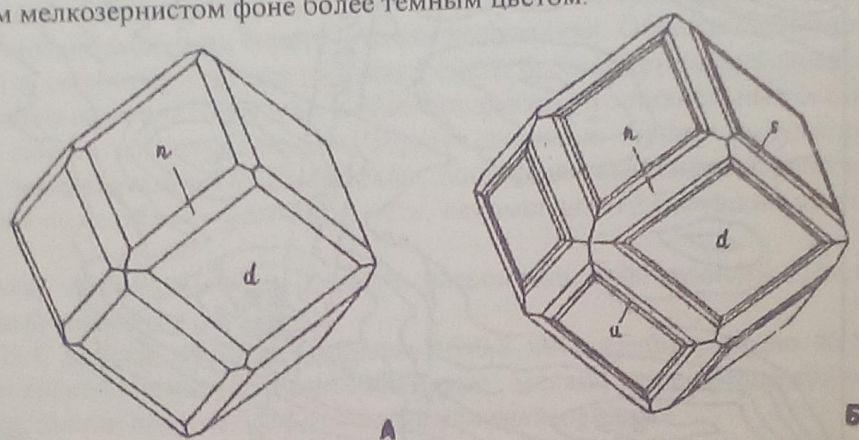


Рис.91. Форма кристаллов гессонита из копей г. Медвежки.  
Чертеж выполнен С.Г.Сустановым

Т.Н.9. Севернее восточного края горы Медвежки, параллельно ей, протянулась относительно высокая безымянная гора (по А.Н.Карножицкому, г.Столбовая), на вершине которой расположены матрацевидные выходы биотитовых, разгнейсованных гранитов серого цвета - каменные палатки, являющиеся одним из характерных элементов среднеуральского ландшафта. Протяженность скал с севера на юг составляет 14 м, а с востока на запад - около 10 м. В настоящее время с востока и севера Каменные палатки имеют пологий подъем, с запада и юга обрываются отвесно (рис.92). Максимальная высота скал 5 м. В прошлом, видимо в ХУШ - XIX вв., здесь выламывались горизонтальные каменные блоки для дальнейшего использования в строительстве (в г. Екатеринбурге из них выкладывались тротуары, многие из которых сохранились на улицах города). Много грубо обработанных плит лежит у подножия скал. Но скалы интересны не этим. Несколько плит расписаны древним человеком. Несмотря на проводившиеся здесь работы, рисунки, по-видимому, замечены не были, так как каких-либо упоминаний в литературе об этой писанине неизвестно. Объяснить это можно, вероятно, очень бледным тоном краски и западной экспозицией рисунков, находящихся





Рис. 92. Северская писаница. По (Широков и др., 1991)

Древние изображения нанесены на пять горизонтальных блоков с западной стороны обнажения, расположенных вертикально один над другим. В целом рисунки имеют плохую сохранность, цвет краски очень бледный. Западная (аз. 300 - 210°) экспозиция плоскостей с рисунками и навес над ними приводят к тому, что даже в самые солнечные дни изображения освещены очень слабо и едва заметны. Несколько лучше они видны зимой, когда снежный покров дает дополнительное ровное освещение.

Дальнейшее детальное описание Северской писаницы приводится по материалам В.Н.Широкова, С.Е.Чаиркина, В.Н.Пронина (1991).

Все рисунки Северской писаницы можно разбить на 5 групп, каждая из которых находится на отдельном блоке. Внутри групп описание фигур, получивших сплошную нумерацию, ведется слева направо. Размеры изображений в сантиметрах даны в скобках. Первое число указывает горизонтальную протяженность фигуры, второе - вертикальную.

На высоте около 4,7 м от современной поверхности, на своде каменного блока, находится первая группа изображений, состоящая из двух фигур. Сохранность их очень плохая, возможно, что верхняя - антропоморфная. Цвет краски бледно-красный (группа не копировалась).

Вторая группа состоит из фрагментарных пятен бледно-красного цвета, сосредоточенных на высоте около 3 м, на горизонтальном блоке, на площади 12 x 11 см. Наиболее яркие пятна находятся ближе к нижнему ребру блока (группа не копировалась).

Третья группа находится на высоте около двух метров. Она самая



промывалось аллювиальное золото. Двигаясь по водоводу, пересекаем мост через р. Романовку и в 10 м северо-западнее снова выходим на квартальную просеку, ориентированную на север. В 1 км к северу по просеке на вершине г. Романовки, находящейся несколько западнее, находится Пушкинитовая копь (№ 13). В настоящее время высококачественные образцы пушкinitа добываются в Кацной Яме, расположенной значительно западнее. Уникальную коллекцию пушкinitов, собранную Н.Маминым, можно видеть в экспозиции Уральского геологического музея.

Двигаясь на запад, на подходе к г. Пуп выходим на небольшую возвышенность г. Безымянной, где размещена заросшая гранат-эпидотовая копь (№ 14), аналогичная по минерализации Ивано-Рединкорцевской (№ 1), находящейся на южном склоне г. Пуп, которая названа в честь горного инженера И.Рединкорцева, ее открывшего.

Гессонит Ивано-Рединкорцевской копи (№ 1) образует гнезда в кварц-плагиоклаз-диопсид-эпидот-гранатовом метасоматите. Внутренняя полость гнезда обычно выполнена агрегатом плагиоклаза и кварца, реже одним кварцем. Расположение кварца и плагиоклаза в полости зонально: вслед за гессонитом идет зона плагиоклаза, а центральная часть сложена кварцем. По А.Н.Карножицкому (1895): «Кварц серовато-фиолетового цвета, приближающего его к аметисту, с нередко высокой степенью прозрачности. Он нередко является и в кристаллах, ограниченных плоскостями призмы и ромбоэдров, и тогда весьма напоминает собой аметист. В нем нередко встречаются включения граната и эпидота». В некоторых случаях внутренние полости бывают выполнены агрегатом кальцита.

Кристаллы гессонита на стенках полостей образуют слой переменной мощности от 1-2 мм до 1 см. Размер кристаллов достигает 6 мм. Отмечается наличие граната с кальцитом. В поверхностных условиях кальцит выщелочен и наблюдаются зияющие щелевидные пустоты, облекающие внутренний кристалл. Наряду с этим встречаются крупные скопления граната, имеющего ноздреватое внутреннее строение, покрытые внешней оболочкой, которая придает этой массе вид правильного кристалла. По сравнению с гессонитом г.Медвежки цвет этого гессонита несколько светлее и имеет желтовато-коричневый оттенок.

Т.Н.11. В седловине между основной вершиной г. Пуп и небольшой возвышенностью в густых зарослях находим копь Вертушкова (№ 15), открытую студентами 60-х годов тогда еще Свердловского горного института. Копь вскрывает пегматитовую жилу с сильно гидратированным биотитом в виде крупных пластин, в котором находятся серовато-зеленоватые кристаллы фторапатита.

Продолжаем маршрут на северо-восток и пересекаем широтную просеку, а через 300 м выходим на тропу северо-восточного направления, которая приведет к Гессонитовой копии (№ 12) и Верховловской гранатовой копии (№ 11). Последняя копь представлена серией выработок, вытянутых по склону в северо-западном направлении на протяжении 25-30 м. Выработки вскрывают элювиальные развалы высокотемпературных, метаморфических кристаллических сланцев, содержащих метакристаллы альмандина. Величина кристаллов и их количество варьируют. Поверхностные зоны кристаллов содержат нередко обильную вкрапленность ильменита. В «рубашках», покрывающих кристаллы альмандина, постоянно встречается тонковолокнистый силлиманит. Наряду с гранатом в кристаллических сланцах



содержатся мелкие кристаллы ставролита и кианита, а также практически бесцветный гранат со слабым желтым оттенком.

Метакристаллы альмандина из кристаллических сланцев г. Верховловской гораздо крупнее, по сравнению с гессонитом. Размер кристаллов колеблется от 5 мм до 2,5-3 см. Крупные индивиды часто представлены параллельными сростками кристаллов граната (рис. 94).

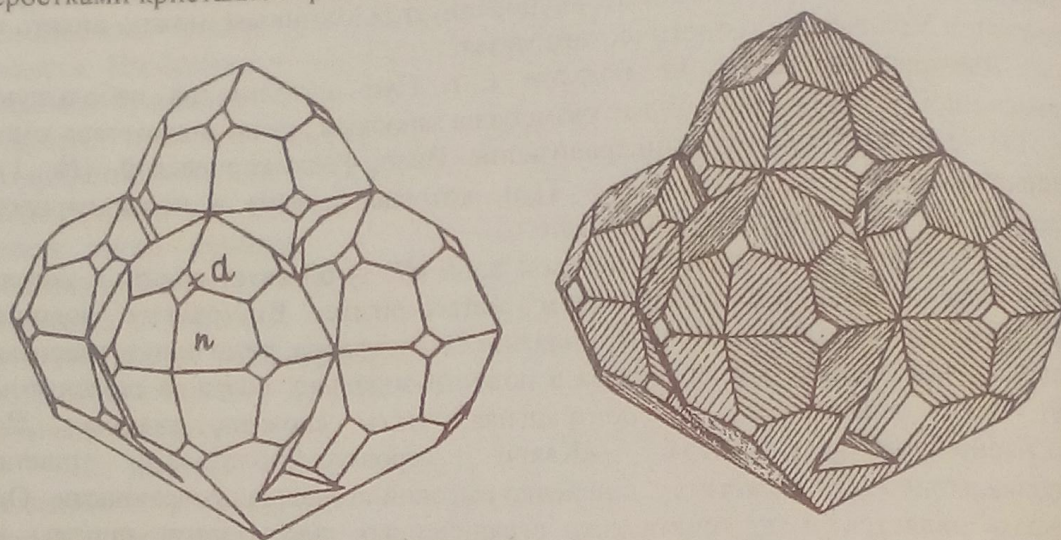


Рис. 94. Форма сростков кристаллов альмандина из Верховловской копи (№ 11), справа покрытых комбинационной штриховкой.

Чертеж выполнен С.Г. Сустановым

Форма кристаллов альмандина резко отличается от огранки гессонита. На гранях кристаллов наблюдается грубая комбинационная штриховка.

Наиболее интересны параллельные сростки, в которых кристаллы касаются друг друга вершинами с выходами осей  $L_4$  (рис. 94 а,б). В том случае, когда в параллельном сростке участвуют 6 индивидов, наблюдается обрастание их общими гранями и формирование отдельного гигантского кристалла (рис. 94 в,г).

Внутреннее строение метакристаллов альмандина очень неоднородно и разнообразно в разных кристаллах. В строении кристаллов устанавливается до четырех зон. Внутри ряда кристаллов имеется центральная зона, состоящая из отдельных гранул граната и кварца. Вторая, наиболее обширная, зона во всех кристаллах, не имеющая крапа на рисунках, состоит из сливного, однородного граната желтовато-коричневого цвета. Третья зона представляет внешнюю оболочку всех кристаллов и подчеркивает внутреннее зональное строение в виде узких слоев, параллельных наружной зоне. Альмандин этой зоны темно-красный полупрозрачный. Мощность отдельных слоев третьей зоны варьирует от долей миллиметра до 2-3 мм. В некоторых случаях центральная часть кристаллов бывает представлена гранатом третьей зоны. Иногда зональность альмандинов имеет спиралевидную форму и свидетельствует о том, что на начальных этапах роста кристалла он испытывал вращение (рис. 95 а).

Ряд кристаллов разбит сетью тонких субпараллельных трещин, которые зачастую не пересекают внешнюю зону кристаллов.



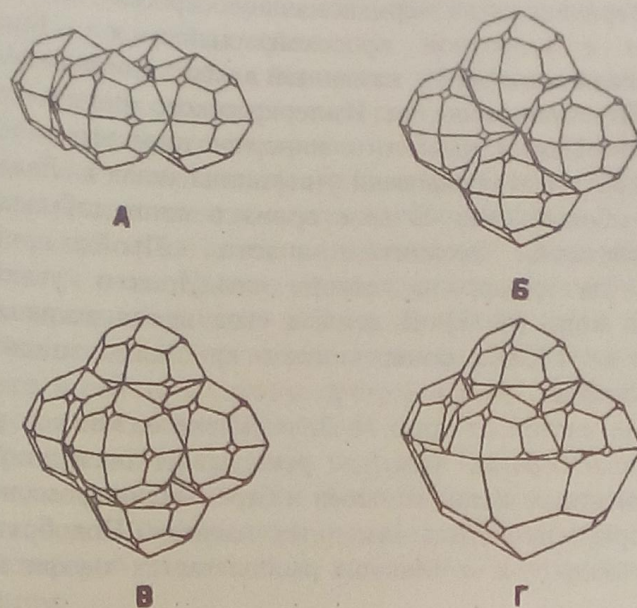


Рис. 95. Форма кристаллов альмандина и их сростков из Верхововской гранатовой копи (№11)

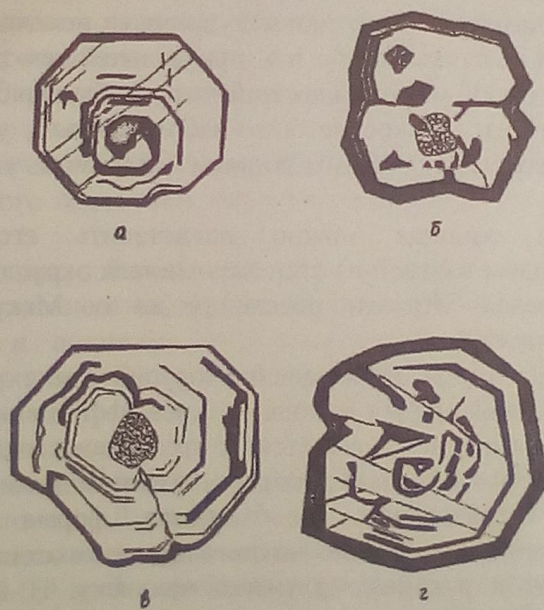


Рис. 96. Зональность кристаллов альмандина из Верхововской гранатовой копи.  
Чертеж выполнен С.Г.Суставовым



Т.Н.12. Вернувшись на меридиональную просеку, можно пройти по ней до пересечения с широтной просекой, выйти к Большой Евгение-Максимильяновской копи (№ 2), названной в честь Евгении Максимильяновны Лейхтенбергской - принцессы, ее Императорского Величества, председателя Императорского Петроградского минералогического общества. Копь располагается в 50-100 м от просеки у вершины увала г. Лапа и представляет собой крупноглыбовый свал. В свое время в копи добывались прекрасные прозрачные кристаллы аксинита и эпидота. Пройдя приблизительно 500 метров строго на север, на склоне следующего увала выходим на полевошпатовую копь (№ 3). В копи в свое время встречались кристаллы полевого шпата до 0.5 м в поперечнике и кристаллы эпидота. В настоящее время копь заброшена.

Т.Н.13. На восток от копи № 3, в районе оз.Мелкое р. Исеть течет в топких болотистых берегах. Там, где река делает последний поворот перед озером, над смешанным лесом из сосен и берез видна громадная лиственница, растущая на верху гранитных каменных палаток. Подобраться к палаткам можно только с воды, т.к. о. Макуша располагается внутри зарастающего оз. Мелкое.

Остров Макуша – археологический памятник, где люди жили с древних времен длительное время. Наиболее древние неолитические памятники (шигирская культура) залегают глубоко в толще культурного слоя. Выше обнаружены памятники эпохи бронзы. Верхние же наслоения относятся к эпохе раннего железного века (гамаюнская культура). Восстанавливаются и следы пребывания здесь людей XII-XIV вв. (Берс, 1954).

О чем же рассказывают раскопки макушинских поселений?

В середине III тысячелетия до н.э. при дальнейшем расселении племен шигирской культуры одной из родоплеменных групп был выбран для поселения о.Макуша. Тогда еще оз. Мелкое не было заболоченным, умирающим, как в настоящее время. Оно было большим водным бассейном, уходящим далеко к горам.

По остаткам жилища можно представить его внешний вид. Полуземлянка с выходом в одной из стен напоминала округлый чум, покрытый сверху шкурами зверей. Жители поселения на о. Макуша пользовались орудиями из камня и кости.

Обработка камня для изготовления орудий была еще недостаточно развита. Для изготовления орудий использовались эффузивные породы, гранит, кварц, развитые в обрамлении Верх-Исетского гранитного массива.

Для орудия из камня сначала делалась заготовка нужного размера, затем сколами заготовке придавалась необходимая форма. На плитах из мелкозернистого гранита с помощью мокрого песка заготовка шлифовалась, и орудие, закрепленное в рукоять, служило человеку. В качестве заготовок использовался кремнь. Находки ножевидных пластинок с остросрежущими краями и остатков ядрищ от них, так называемых «нуклеусов», говорят о том, что на поселении употреблялись орудия, сделанные с помощью вкладышевой техники (шигирская культура).

Для выделки шкур применялись скребки с остроотточенным концом и гладкой поверхностью снизу. Размеры этих мелких орудий 1-2 см. Закрепив скребок в деревянную рукоять, им соскабливали мездру со шкур. Посуда для варки пищи и хранения запасов изготавливалась из глины, к которой добавлялся



дробленный крупными зернами тальк для повышения огнеупорности посуды, делая ее блестящей и жирной на ощупь.

Т.Н. 14. Жертвенные места возникают у племен и народов, стоящих на более высоких ступеньках патриархально-родовых отношений. В них находят отражение религиозные воззрения древних обществ, но характер ритуальных обрядов таков, что при раскопках такого типа памятников восстанавливается и материальная культура тех племен, которые их посещали.

Одним из таких памятников в окрестностях г.Екатеринбурга является жертвенное место на мысе Еловом, куда для жертвоприношений приходили племена из ряда поселений данного района, начиная с эпохи поздней бронзы и до конца первой половины I тысячелетия до н.э. Жертвенное место на мысе Еловом находится и сейчас в глухом дремучем лесу. Правобережье р. Исети здесь еще менее обитаемо, чем о.Макуша.

Мыс метров на 400 врезается в торфяное болото. По краям мыса стоят девять каменных палаток. На конце – большая скала с наскальным навесом и острой верхушкой, а в 30 м к западу от нее на побережье расположена вторая скала с большой плоской площадкой на верхушке (100 м<sup>2</sup>). Эта скала и служила жертвенным местом.

Вершина жертвенной площадки состоит из плоских плит, на крайней из них сделана чаша диаметром около метра и глубиной 15 см. Скале со стороны костровищ, где проходили ритуальные пиршества, путем каменотесной обработки был придан облик головы барана.

Ниже, на следующих плитах, были обнаружены еще две чаши меньшего диаметра, и, как показывают проведенные опыты, они служили для сбора крови жертвенного животного. В захоронении найдены кости медведя, лося, лошади, косули, волка, кости птиц. Судя по тому, что не было костей барана и жертвенной чаше придана форма его головы, у данной культуры, по-видимому, существовал культ этого животного.

Ниже по течению р.Исети на невысоких возвышенностях до п.Палкино существовало много поселений, которые изучаются археологами в настоящее время.

К сожалению, берега р.Исети в своих верховьях значительно заболочены, что связано с созданием серии искусственных водоемов, особенно Верх-Исетского, и поднятия уровня воды. В районе оз. Мелкое можно наблюдать все процессы зарастания озера, его заболачивание и образование торфяника, в ряде мест видно накопление окислов железа – основа будущих болотных руд бурых железняков.

Т.Н. 15. С мыса Елового по дороге выходим на эпидотовую копь, которая находится на склоне г. Дурман (№ 10) ниже по течению р.Исети, вблизи дороги. Копь расположена в молодом ельнике на склоне горы. Диаметр копи 3-4 м, глубина 0,3-0,4 м. В выработке встречаются мелкие кристаллы эпидота и титанита (сфена). Последний представлен конвертообразными кристаллами светло-коричневого цвета.

Т.Н. 16. Вблизи дороги на ст. Перегон на склоне г. Селяпка размещается Гранатовая копь (№ 9). Найти ее довольно сложно, т.к. она почти полностью оплыла и незаметна. В настоящее время она представляет собой оплывшую яму глубиной примерно 1,5, шириной 2,5 и длиной около 4 м.

В прошлом веке А.Н.Карножицкий описывает эту копь так: "Гора Селяпка расположена по обе стороны дороги, ведущей из деревни Палкино в деревню Решеты, в расстоянии 3 верст от деревни Палкино. Единственная копь,



заложенная на этом весьма не высоком увале, находится на северной половине возвышенности, сажень 100-180 от дороги. Здесь добывались превосходные крупные кристаллы полевого шпата и граната." В настоящее время копь периодически вскрывается, и из нее извлекаются прекрасные шетки кристаллов альмандин-спессартина, расположенных на кристаллах полевого шпата.

По лесной дороге, перейдя железную дорогу и мост через р. Решетку, выходим на станцию Перегон. По скальным выходам гранитов, вдоль железной дороги, выходим к п.Палкино (см.рис.89).

Т.Н.17. В 1949 г. в центре п.Палкино на левом берегу р.Исети было открыто селище, расположенное на плоской площадке невысокой возвышенности, которая носит название г.Маленькой (Берс,1954). Крутые склоны горы распаханы и заняты приусадебными участками. С горы открывался вид на бывшее озеро (сейчас торфяник), на широкую долину впадающей р.Решетки и на гору на правобережье, где размещалось другое поселение.

Селище относится к памятникам эпохи раннего железного века середины I тысячелетия до н.э. (гамаюнская культура). На полу жилых домов и за их пределами найдены обломки посуды, две медные бляхи, большое количество литейных формочек для отливки мелких украшений, два железных ножичка, рукоятка из кости для ножа. Таким образом, жители селища умели обрабатывать медь и железо. Наличие украшений конской сбруи, рыболовных крючков, гарпуна и стрел свидетельствует, что обитатели жилищ занимались коневодством, охотой и рыболовством. Найденная чаша персидской работы периода династии Ахменидов указывает на то, что время существования поселка относится к VI-IV вв. до н.э., когда племена Зауралья имели настолько широкую торговую сеть, что даже вещи дальних стран путем торгового обмена попадали на территорию лесного Зауралья.

Руду для плавки древние люди находили неподалеку от своих поселений, о чем свидетельствуют открытые и разрабатываемые в последующем в районе п-ва Гамаюн Оброшинское и к северу от него Решетинское месторождения бурых железняков.

Т.Н.18. Полуостров Гамаюн расположен в изгибе р. Исети в километре к востоку от д.Палкино (до образования Верх-Исетского пруда), где на гранитных плитах были обнаружены наскальные рисунки древнего человека эпохи раннего железа (гамаюнская культура). Для нужд примитивной металлургии использовались руда из древних карстовых воронок, представленная рыхлыми охрами, которые были доступны для примитивных орудий древнего человека.

Оброшинское месторождение было вновь открыто в XVIII в. по древним выработкам и длительное время служило рудной базой для Верх-Исетского и Екатеринбургского заводов. Карстовые воронки как вместилища бурых железняков образовались на контакте толщи мрамора с серпентинитами вдоль глубинного разлома. Сами мраморы использовались в качестве флюса на Верх-Исетском заводе уже в советское время. Отработка мрамора была закончена в 1959 г.

Т.Н.19. Решетинское месторождение расположено в зоне того же тектонического нарушения, но севернее (около 4,5 км), где на пологом склоне наблюдаются серии щелевидных карьеров глубиной до 10-15 м, в бортах которых видна химическая кора выветривания динамосланцев, серпентинитов и значительное количество обломков и жеод бурого железняка.



В г.Екатеринбурге и его окрестностях было обнаружено 356 археологических памятников, относящихся к ранним эпохам.

На мысовидном выступе городского пруда в устье р.Мельковки, на месте д.Мельковки (сейчас стадион „Динамо“), в XIX в. была открыта древняя стоянка и найдена глиняная орнаментированная посуда, сделанная без помощи гончарного круга. Подобные же находки обломков посуды известны на высоком и крутом берегу р. Исети у моста по ул.Челюскинцев.

У парка культуры и отдыха в 1889 г. Д.Н.Маминам-Сибиряком была открыта стоянка раннего железного века, где обнаружены обломки посуды и точильный брусок, что характерно для поселений этого периода времени.

Анализ исторических данных свидетельствует, что с начала нашей эры отсутствуют данные о наличии оседлых поселений в этом районе. Возобновление здесь жизни в виде кочевых племен относится уже к XVI-XVII вв. Появление устойчивых поселений происходит в XVIII в. На р. Исети в петровское время появляется ряд поселков, построенных в местах обнаружения месторождений бурых железняков, среди хвойных лесов, используемых для получения древесного угля, постройки металлургических заводов: Каменский (1701), Уктусский (1704) и наиболее крупные – Екатеринбургский (1723) и Верх-Исетский (1726).

Для нужд заводов использовалась энергия воды, строились плотины и создавались искусственные водоемы – пруды. Эти пруды оказывались в центре городов, им придавалось особое значение, делались они опытными архитекторами. Все они существуют до настоящего времени, и многие из них являются архитектурными памятниками.

Особое значение в Екатеринбурге имеет городской пруд. С первых же лет своего существования он стал как бы организующим центром в застройке города. Вокруг него возводились первые строения. По его берегам позднее строились самые красивые дома. На правом берегу выросли пышный особняк горного начальника и рядом немного похожий на него дом бывшего страхового общества «Якорь». На левом берегу к воде подступило здание бывшего окружного суда, позднее Дом профсоюзов. Он был построен в 1866 г. екатеринбургским купцом, пожелавшим поразить своим богатством горожан. До сих пор этот дом привлекает взоры жителей и гостей города. Теперь к нему пристроены здания губернаторской резиденции.

Заканчивая маршрут по следам древних рудознатцев в долине р. Исети, обратите внимание на постоянное общение человека с природой и использование ее богатств в целях выживания, что позволяет говорить об образовании уже с древних времен геотехносферы.



## 6. ОРУДЕНЕНИЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕКАТЕРИНБУРГСКОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА

В этом разделе на примере Березовско-Благодатного рудного района рассматривается золотое оруденение кварц-жильного типа, сопряженное с массивами гранитоидов тоналит-гранодиоритовой формации и дайками гранитоид-порфиоров, образовавшимися в геодинамической обстановке активной континентальной окраины.

### 6.1. Березовско-Благодатный рудный район

Собственно золоторудные месторождения кварц-жильного типа, сопряженные с коллизионными (раннеорогенными) гранитоидами тоналит-гранодиоритовой формации, широко распространены в Уральском регионе, являясь типоморфными для них (гранитоидов). Именно этот тип месторождений был открыт 255 лет тому назад в Березовском районе, положив начало золотой промышленности в России. Объекты представлены двумя формациями – золото-кварцевой (наиболее глубинной – Крылатовское месторождение и др.) и золотосульфидно-кварцевой (многочисленные месторождения, среди которых такие крупнейшие в регионе, как Березовское, Кочкарское, Быньговское, Джетыгаринское и др.). Причем, с 1814 г. по настоящее время эти месторождения приносили двойную пользу – отрабатывались коренные разности на золото как объекты с простыми рудами, которые на 95-98 об.% состоят из кварца (остальное – разнообразные сульфиды, в меньшей мере теллуриды и самородное золото), и интенсивно отрабатывались элювиально-делювиальные и аллювиальные россыпи. Заметим, что Урал до сих пор входит в число наиболее крупных регионов россыпной золотоносности.

Уральские гранитоиды тоналит-гранодиоритовой формации по геологическим, петрохимическим и геохимическим данным (включая редкие и редкоземельные элементы, кислотность-щелочность и др.) являются образованиями континентальной окраины (Язева, 1989; Язева, Бочкарев, 1998, Сазонов, 1998, Грабежев и др., 1998 и др.).

“Мощность” тел гранитоидов тоналит-гранодиоритовой формации достигает 4-8 км (Шарташский, Верх-Исетский и другие массивы). Кварц-жильная минерализация фиксируется наиболее часто в эндо- и экзоконтактной зонах массивов. В случае слабой эродированности последних она контролируется надинтрузивными зонами дробления, рассланцевания и гидротермально-метасоматической переработки пород.

Для руд и сопряженных с ними околорудных метасоматитов установлена зональность в горизонтальной и вертикальной плоскостях. На глубоких горизонтах развита кварц-шеелитовая минерализация, с которой сопряжена калишпатизация и гумбеитизация. Выше по разрезу (или с удалением от массива) отмеченная минерализация сменяется золотосодержащей, молибденитовой. На верхних горизонтах преобладают сфалерит, галенит, блеклые руды, айкинит. В околорудных ореолах на нижних горизонтах развиты Mo, Co, Ni, Cr, а на верхних – Zn, Pb, Sb.



Околорудные метасоматиты рассматриваемых золоторудных месторождений относятся к березит-лиственитовой формации. Березиты-листвениты типичны для месторождений, расположенных в эндо-экзоконтактовых зонах крупных массивов гранитоидов и внутри мелких. С продвижением внутрь первых массивов эти метасоматиты сменяются сначала эйсититами, затем - гумбеитами. Такая же картина прослеживается с глубиной. Иногда (Шарташский щебеночный карьер) березиты и гумбеиты фиксируются на одном и том же эрозионном срезе. Отчетливо установлено, что они находятся в фазовых соотношениях: березиты рассекают гумбеиты.

Кварц-жильное золотооруденение, сопряженное с коллизионными гранитоидами тоналит-гранодиоритовой формации, обусловливается эволюцией термоградиентных полей, создаваемых массивами этой формации на стадии их консолидации. Кварцевые жилы концентрируются над остывающим очагом, в зоне резких температурных градиентов в трещинах скола и отрыва. Ориентировка осей главных напряжений и поверхностей скалывания указывает на вертикальное направление активных усилий снизу вверх. Поэтому деформации этого этапа и образование трещин можно связывать с механизмом поперечного изгиба в жестком блоке при давлении снизу вверх остывающего магматического очага (рис 97).

В распределении зон образования трещин выделяется куполообразная непересеченная зона (I) непосредственно над очагом расплава ("штампом"). Это связано с тем, что здесь все главные напряжения достигают больших величин и действуют как сжимающие усилия, формируя зону всестороннего сжатия (Старостин, 1979). Выше этой зоны располагается область возникновения сколовых трещин (II) - поверхности действия " $\tau$ ". Симметрично относительно "штампа" над зоной сколов располагается зона трещин отрыва (III), которая совпадает с локальным максимумом значений  $\sigma_1$ . Экспериментальные данные (Дударев, 1975) и геологические наблюдения показывают, что в градиентных полях рудные и петрогенные элементы закономерно перераспределяются и образуют свои зоны обогащения. Так вольфрам, молибден, мышьяк тяготеют к источникам локального нагревания, т. е. кровле массива, а медь, свинец, цинк, сурьма, висмут смещаются и концентрируются в удаленных более холодных частях системы.

Подтверждением этой схемы служит структурное распределение даечного комплекса на Березовском месторождении. Гранит-порфиры I цикла выполняют сколовые трещины, на что указывает правильная прямолинейно-плитообразная форма заполняющих их даек и иногда наблюдающееся наличие смещений вдоль них более древних плагиосиенитовых даек с амплитудой до нескольких метров (Бородаевский, Бородаевская, 1947).

Вторую группу структур представляет трещинный каркас, фиксированный дайками двух наиболее молодых циклов - гранит-порфирами II цикла и плагиогранит-порфирами, которые сгруппированы в два расходящихся кверху и к северу пучка (рис.98). В восточном пучке разломы, при преимущественном простирании СВ  $15^\circ$ , падают к западу; в западном пучке они падают к востоку под углом около  $65-70^\circ$ , при простирании СВ  $5^\circ$  - СЗ  $350^\circ$  (рис.99). Если продолжить мысленно указанные характерные направления разломов на глубину, то окажется, что пересечение их произойдет в северных участках поля на глубине примерно 2,5-3 км, в южных - на глубине 1,5-2 км; по простиранию они должны соединиться на



на расстоянии 3,5 км от южной границы описываемого района, т.е. на широте южной границы Шарташского массива.

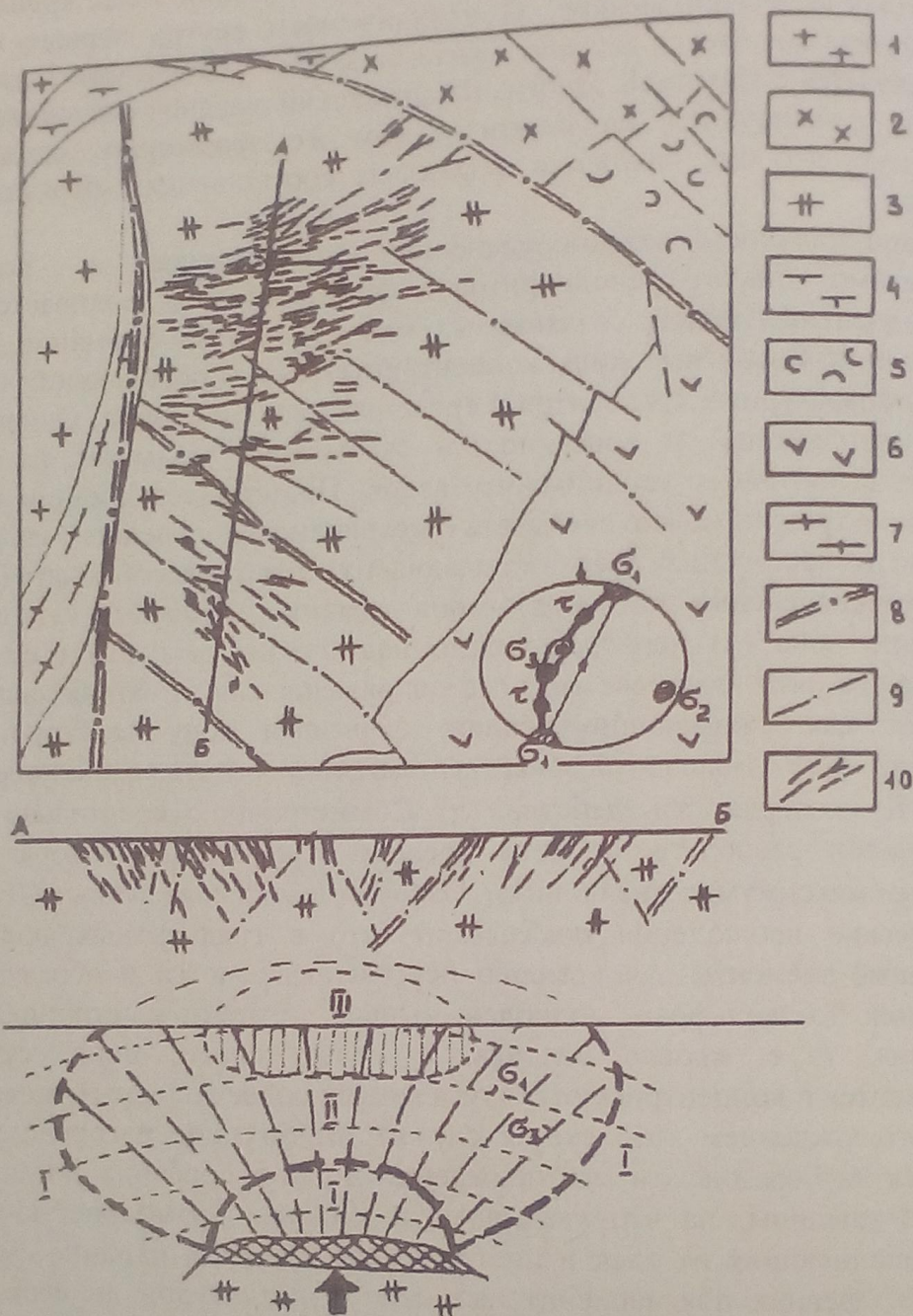


Рис.97. Распределение кварц-жильных зон на Кочкарском золоторудном месторождении и механизм их образования.

Геологическая схема по (Бородаевский, Черемисин, 1983):

1 – биотитовые двуслюдяные граниты Борисовского массива; 2 – гранодиориты, плагиограниты Коелгинского массива; 3 – плагиограниты Пластовского массива; 4 – пербазиты; 5 – эффузивы трахибазальт-андезит-риолитовой формации; 6 – базальты и андезито-базальты и их туфы; 7 – гнейсы и кристаллические сланцы гнейсового блока; 8-9 – разломы, разграничивающие крупные блоки (8), рудоконтролирующие и вмещающие (9); 10 – кварцевые жилы



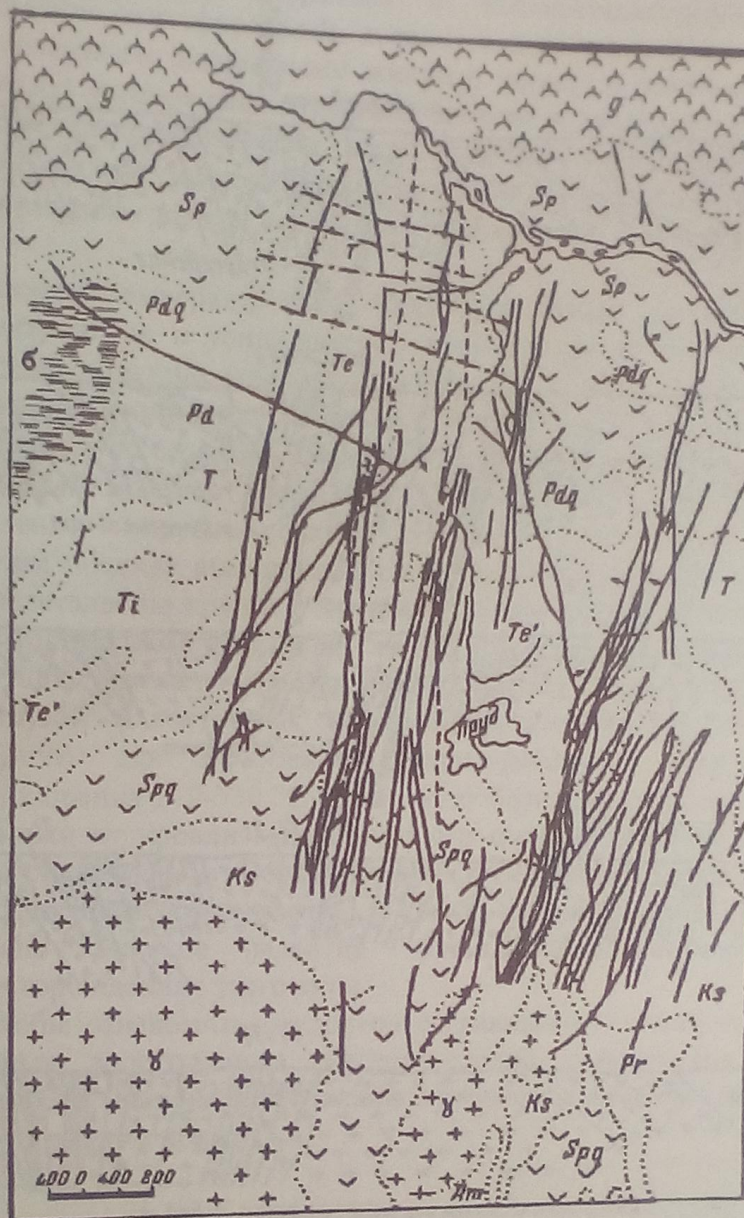


Рис. 98. Схема расположения даек гранит-порфиров II цикла и плагиосиенит-порфиров в пределах Березовского рудного поля.

По (Бородаевский, Бородаевская, 1947):

γ - граниты; Sp - серпентиниты; Pdq - зернистые диабазы; Pd - плотные диабазы; T - туфы базальтов и андезитов; Ti - туфы андезитов и туфогенно-осадочные сланцы; g - габбро; Spq - оталькованные и кремнистые в контакте с гранитным массивом серпентиниты; Ks - кристаллические сланцы и кварциты; Pr - амфиболо-биотито-серпентиниты; Am - амфиболиты; б - болота. Сплошные линии - дайки плагиоклазовые роговики; Ам - амфиболиты; б - болота. Сплошные линии - дайки плагиосиенит-порфиров; пунктир с точкой - гранит-порфиры I цикла; пунктир с точкой - древние нарушения



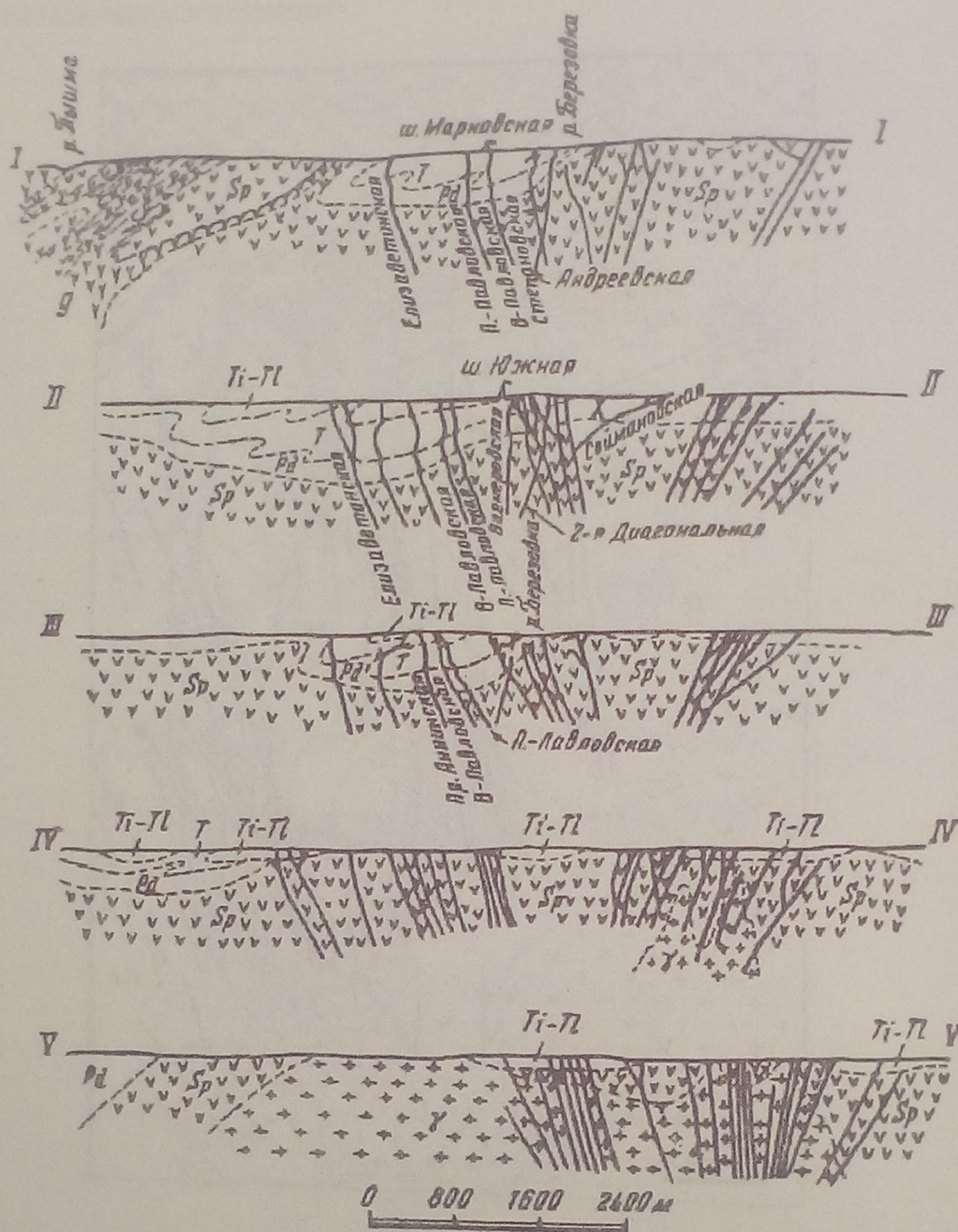


Рис. 99. Геологические разрезы вкрест простирания даек гранит-порфиров II цикла и плагиогранит-порфиров Березовского рудного поля. По (Бородаевский, Бородаевская, 1947)

Газово-жидкие включения из кварцевых жил золоторудных месторождений имеют хлоридно-бикарбонатно-натровый состав с увеличением содержания сульфат-иона по мере удаления от кровли массива, что наиболее характерно для включений из ранних золоторудных кварц-шеелитовых жил. Роль бикарбонат-иона увеличивается с глубиной по мере приближения к кровле массива, при этом нарастает количество кальция и магния в составе катионов, сохраняется значительное количество натрия. Золоторудная минерализация, представленная



жилами или сериями прожилков типа штокверков, контролируется эндо- и экзоконтактовыми зонами массивов. Золотоносность руд связана в основном с сульфидами (золото-сульфидно-кварцевая и золото-полисульфидно-кварцевая формации). В объектах этих формаций, локализующихся в эндоконтактовой зоне массива и представленных кварцевыми жилами, наряду с ранними сульфидами (пирит, арсенопирит) установлены турмалин, шеелит и молибденит. Объясняется это тем, что рудные компоненты легко экстрагируются флюидом из магматических и вмещающих пород при температурах выше 400 °С, особенно в присутствии хлоридов. Растворимость золота в них может достигать 1 г/л (Рябчиков, 1975, Глюк, 1987)

При понижении температуры до 400 °С в новых условиях возросшей диссоциации электролитов и усилившегося ионного взаимодействия начинается высаживание отдельных рудных компонентов (Mo, Be, W, Sn), тогда как остальные переходят в форму достаточно прочных галогенидных комплексов (Колонин, 1977) - высокотемпературная ассоциация. По мере удаления от массива во вмещающие породы эти минералы исчезают, появляются более низкотемпературный пирит, халькопирит, галенит и другие поздние сульфиды, сульфосоли, висмутиды - температурная поздняя ассоциация. На верхних горизонтах месторождений также были представлены крупные хрусталеносные гнезда. Интервал развития рудных кварцевых жил составляет до 3,5 км от кровли массива (Лайпанов, Сазонов, 1988). Математические расчеты динамики температурных полей в процессе интрузий аллохтонных гранитоидов мощностью порядка 4 км свидетельствуют, что для образования гидротермальных кварцевых жил с температурой образования 210-330 °С существует благоприятная зона в интервале 1-2,5 км на удалении от кровли магматического очага (Страшенко, 1978). Для месторождений пьезокварца в Верхне-Буреинском районе, формирующихся в скарнах, также характерна удаленность 1,5 - 2 км от кровли гранитного массива. Этим обусловлено широкое развитие хрусталеносной минерализации на золоторудных месторождениях этого типа.

Для того чтобы ознакомить студентов с главными чертами геологического строения основных золоторудных месторождений, разработана Березовско-Благодатная экскурсия, включающая анализ оруденения на Благодатном рудном поле и Березовском рудном поле.

#### 6.1.1. Благодатное рудное поле (19)

Благодатное рудное поле включает Благодатное месторождение (рудники I-V, Свинцовый и Медный) золото-сульфидно-кварцевого типа, а также 8 рудопроявлений шеелит-кварцевого и 2 - молибденит-кварцевого типов (рис. 100).

Благодатное месторождение открыто в 1814 г. Оно разрабатывалось со времени открытия до 1913 г. и в 1932-1966 гг. Основные эксплуатационные работы были сосредоточены на втором и третьем рудниках. До 1878 г. рудники принадлежали государству, затем перешли в частные руки. До начала XX века освоение месторождения велось медленными темпами: за 86 лет глубина отработки не превысила 50-60 м. В 1905-1910 гг. месторождение эксплуатировалась интенсивно - основные объемы работ были сосредоточены на I руднике.



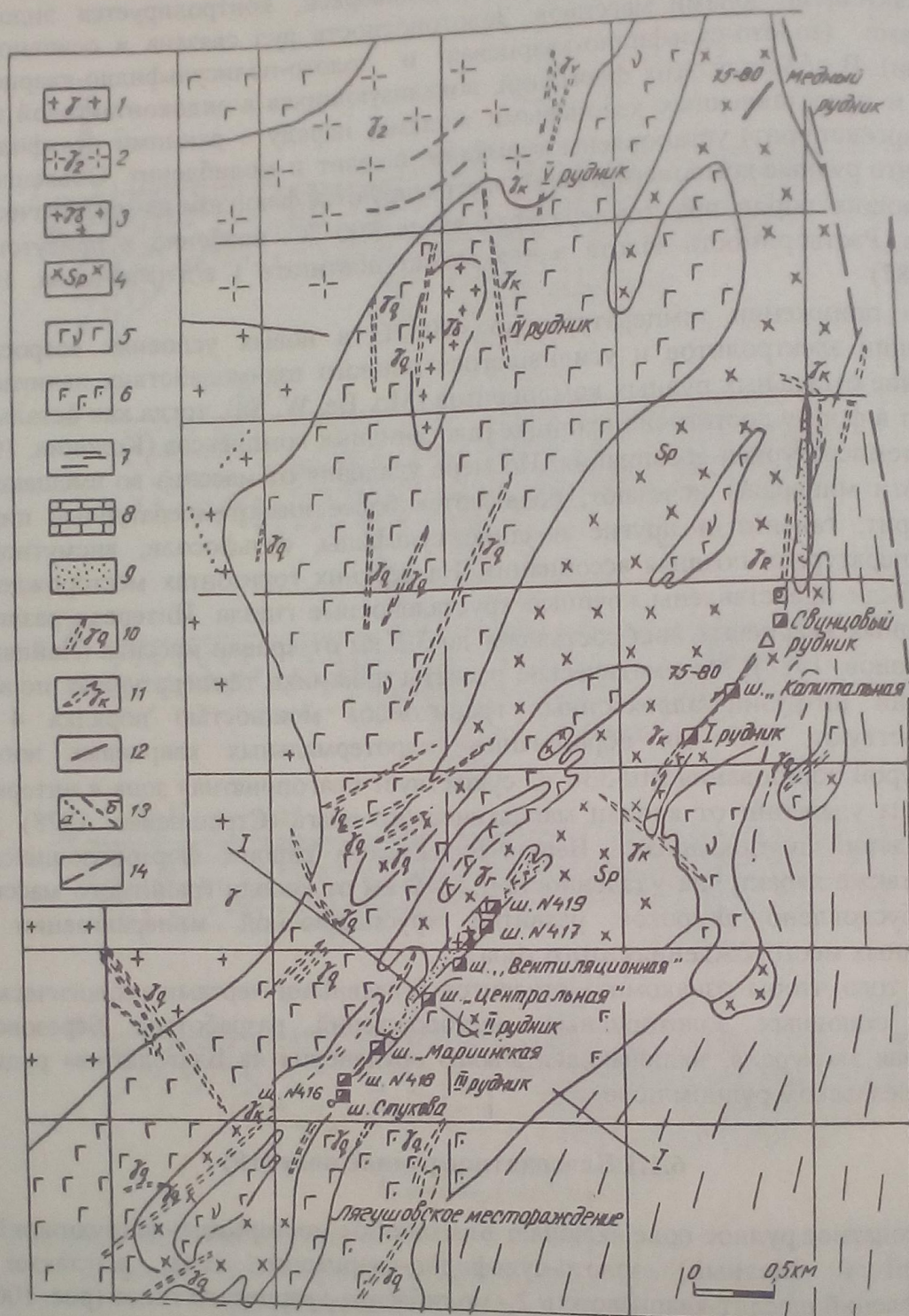


Рис. 100. Геологическая карта Благодатного рудного поля.

По (Самарцев и др., 1976) с незначительными изменениями:

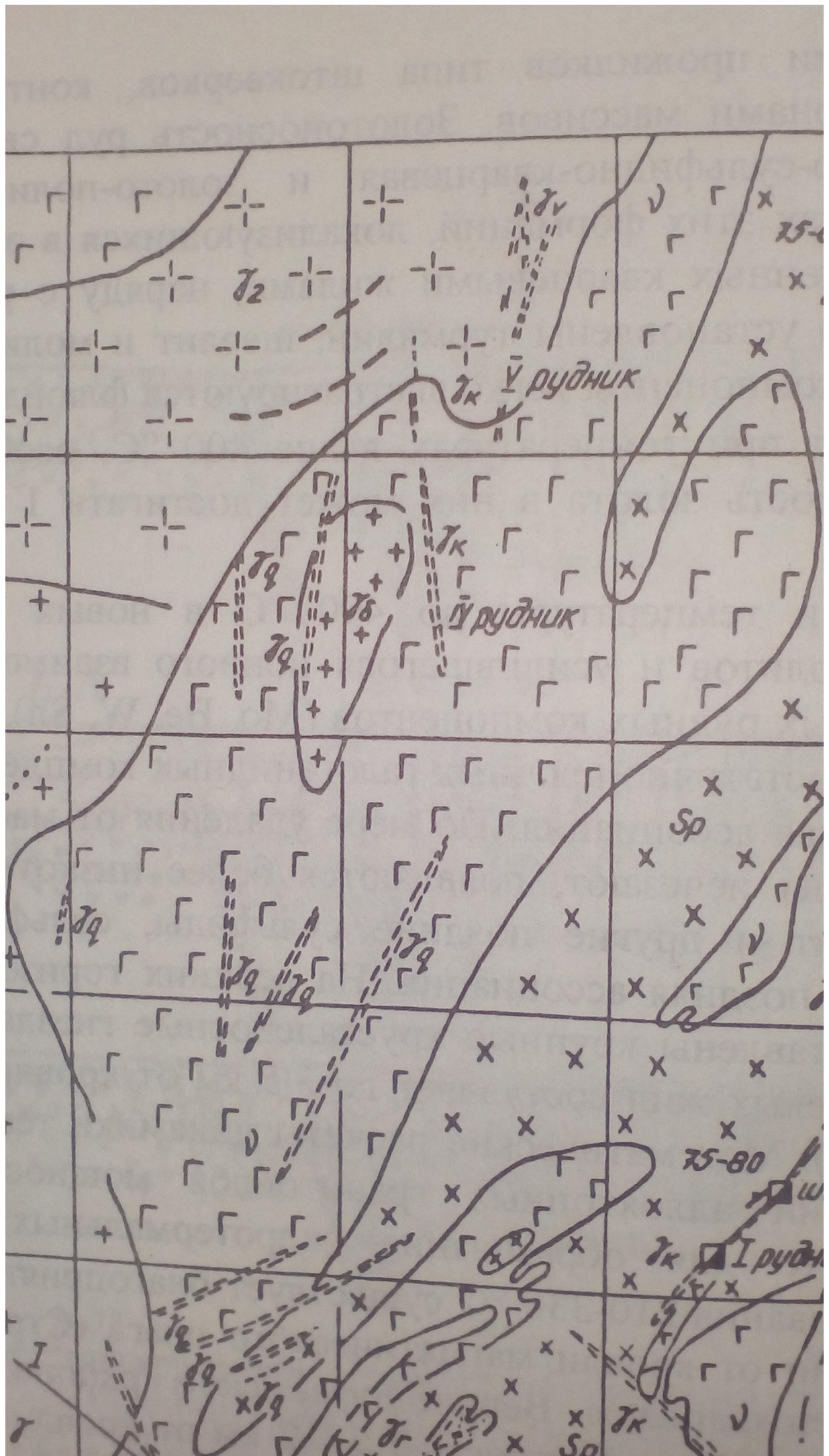
- 1 – адамеллиты, граниты; 2 – плагиограниты; 3 – гранодиориты; 4 – пироксениты и серпентиниты по ним; 5 – габбро, реже диориты; 6 – диабазы; 7 – кремнистые сланцы; 8 – известняки; 9 – зоны тектонического рассланцевания; 10 – дайки гранит-порфиров; 11 – дайки плагиогранит-порфиров; 12 – кварцевые жилы; 13 – кварцевые жилы с шеелитом (а) и молибденитом (б); 14 – разломы



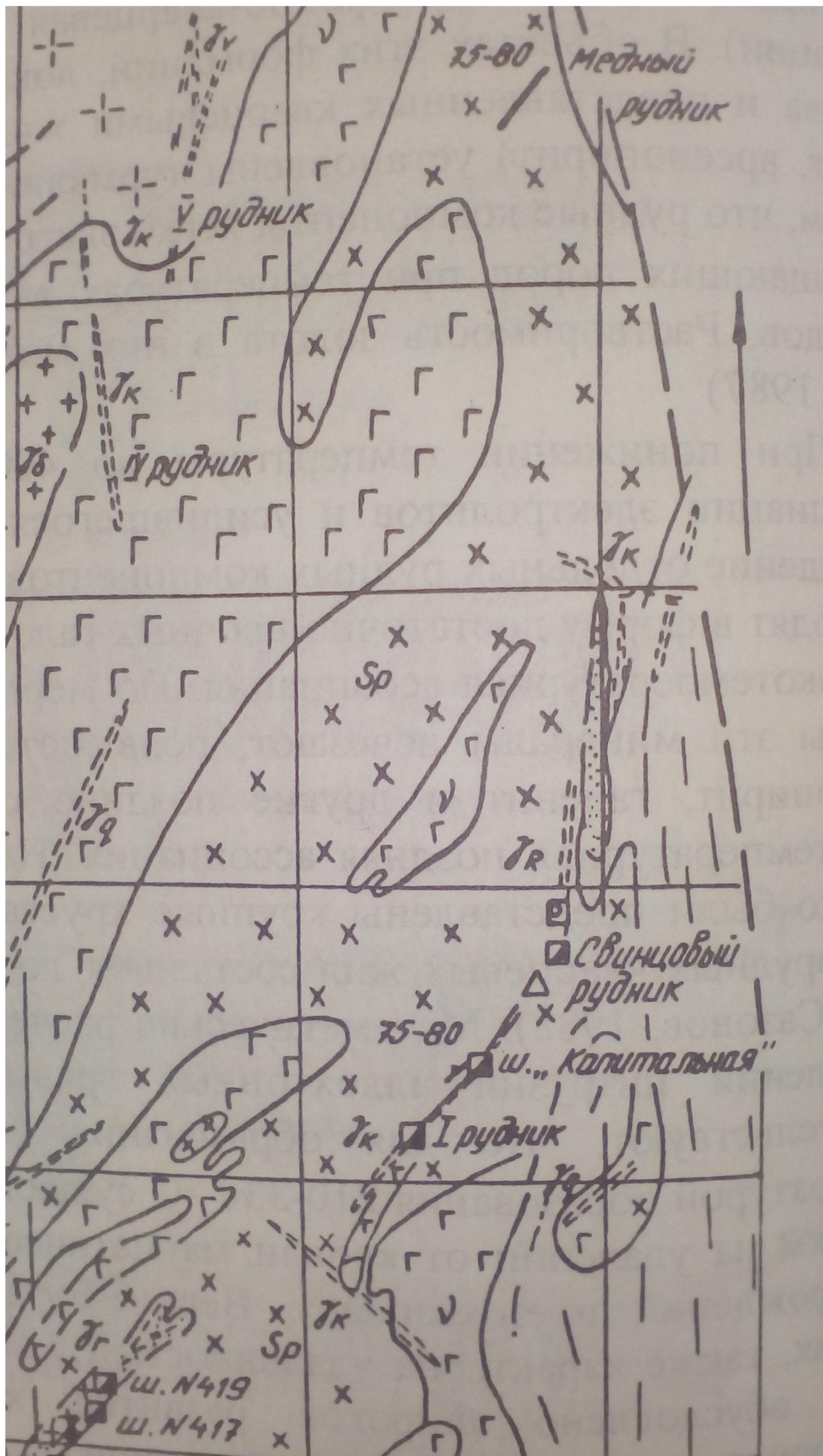


100. Геологическая карта Благодатного рудно  
Самарцев и др., 1976) с незначительными изме  
еллиты, граниты; 2 – плагиограниты; 3 –  
ксениты и серпентиниты по ним; 5 – габбро, 1











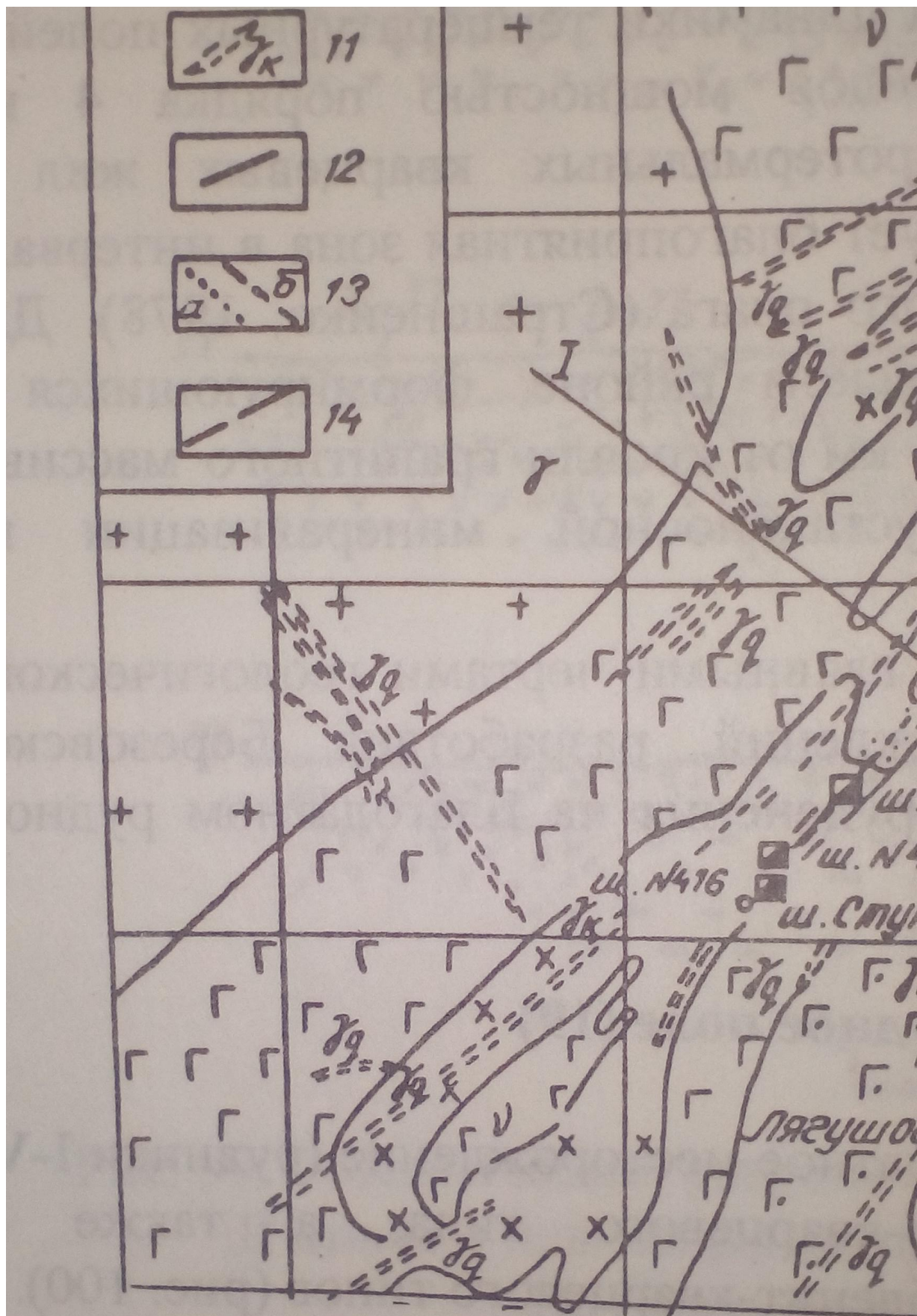


Рис. 100. Геологическая карта  
По (Самарцев и др., 1976) с  
1 — адамеллиты, граниты; 2 —  
4 — пироксениты и серпентинит



Однако с 1911 г. разведочные и эксплуатационные работы постепенно начали сворачиваться, и к 1914 г. они были полностью прекращены. Глубина отработки достигла 213 м (на первом руднике), а ствола капитальной шахты - 252 м.

Благодатное месторождение располагается в габбро-пироксенитовом массиве. Последний с востока граничит с кремнистыми сланцами и диабазовыми порфритами, а на западе он прорывается Кедровским массивом адалеллитов, который в плане имеет округлую форму (диаметр 3-4 км). По данным гравиметровой съемки (Ниренштейн и др., 1964), он представлен асимметричным лополитом: мощность массива возрастает к северо-востоку. Примерно на глубине 2 км от современной поверхности массив выклинивается. Среди пород, слагающих Кедровский массив, существенно преобладают биотитовые адалеллиты.

Благодатный габбро-пироксенитовый массив, по данным Д.С. Штейнберга (1948), имеет гиганто-полосатое строение в полосах чередуются габбро и пироксениты. В западной части массива (см. рис. 100) появляются габбро и диориты, а также кварцевые диориты и плагиограниты. В контакте с кедровскими адалеллитами плагиограниты перекристаллизованы, а диориты, габбро и пироксениты амфиболитизированы. Габбро-пироксенитовый и адалеллитовый массивы пересекаются множеством даек, которые по возрасту подразделяются на две группы: более ранние дайки, связанные с габбро-пироксенитами, - диоритовые порфиры, габбро-пегматиты и риолиты, более поздние дайки относятся к жильной серии адалеллитов и представлены гранит- и плагиогранит-порфирами и лампрофирами. Заметим, что некоторые исследователи дайки второй возрастной группы относят к самостоятельным малым интрузиям (более подробно этот вопрос обсуждается нами ниже при описании Березовской экскурсии). Наиболее распространенными на Благодатном месторождении являются дайки гранит-порфиров. Их мощность достигает 20-30 м, длина 2-3 км. Плагиогранит-порфиры представлены единичными дайками, развитыми на II-IV рудниках. Лампрофиры отмечены только в пределах рудной зоны Благодатного месторождения (рис. 101). Они представлены слепыми телами, имеющими мощность 1-2 м и протяженность до 10 м. Последовательность формирования пород, развитых непосредственно на месторождении: пироксениты, габбро, габбро-диориты, плагиограниты. По данным Ниренштейна и др. (1964), корневая часть габбро-пироксенитового массива имеет склонение к северо-востоку.

S-образная форма Благодатного и Пышминско-Березовского габбро-ультрабазитовых массивов (см. рис. 100) близка к конфигурации трещин отрыва, образовавшихся при сдвиговых деформациях. На основе этого с учетом элементов внутренней тектоники массивов, а также широкого распространения сдвиговых деформаций вдоль Мурзинского и Верх-Исетского разломов при коллизионных процессах можно полагать, что указанные массивы фиксируют "гигантские" трещины отрыва, возникшие при сдвигах по этим разломам. Очевидно, это же привело к формированию складок северо-восточного простирания в районе Благодатного месторождения. Причина сдвигов - косо направленная (с юго-востока на северо-запад) коллизия. Рудные зоны, вскрытые на рудниках I-III, контролируются продольными трещинами (азимут простирания 30-40°, падение вертикальное).



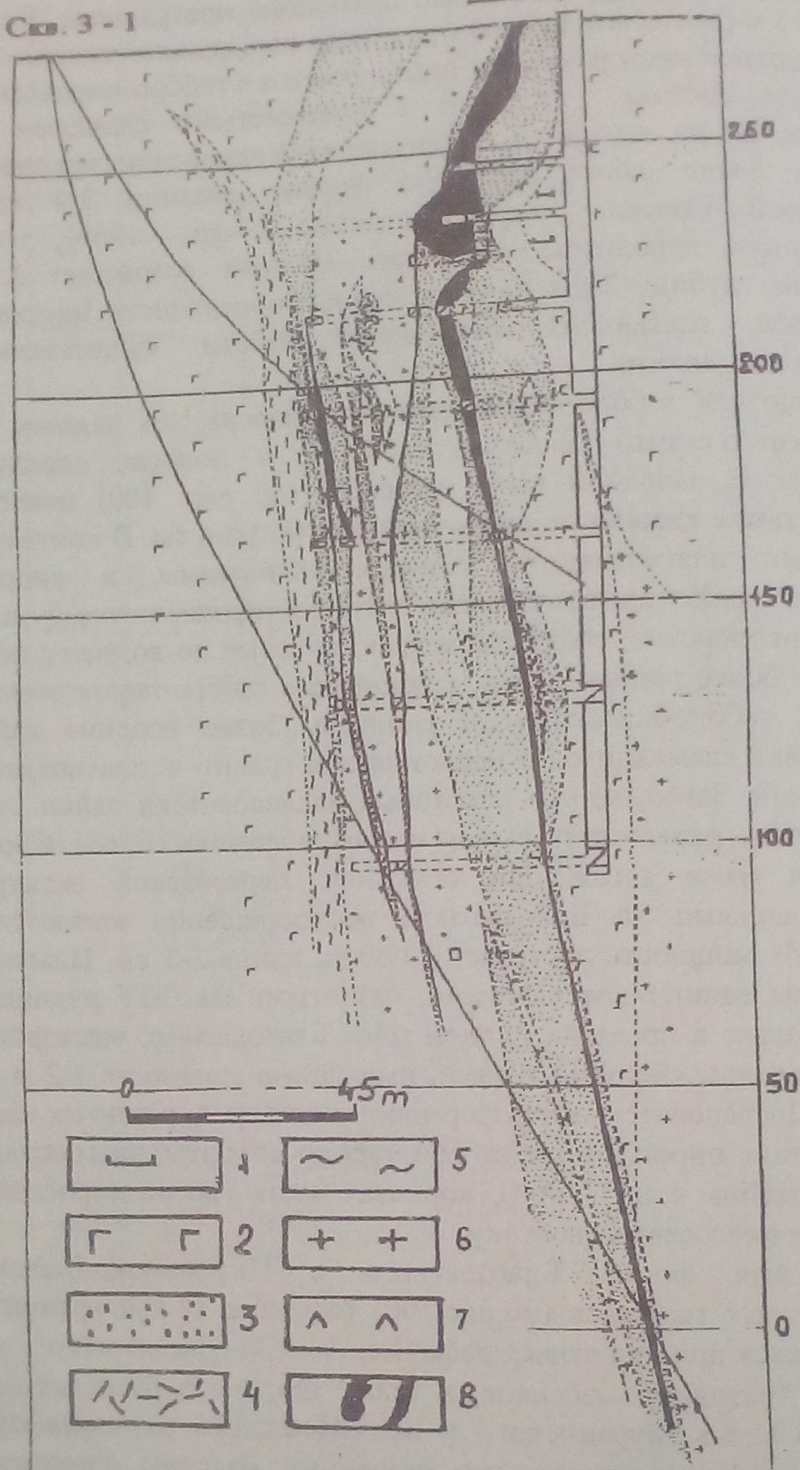


Рис. 101. Взаимоотношения пород дайкового комплекса с кварцевыми жилами и сопутствующими им березитами-лиственитами. Благодатное рудное поле.

По (Самарцев и др., 1976):

1 – серпентиниты; 2 – габбро; 3 – листвениты; 4 – существенно тальк-карбонатные породы; 5 – метасоматиты хлоритового и хлорит-карбонатного составов; 6, 7 – дайки плагиогранит-порфиров (6) и лампрофиров (7); 8 – кварцевые жилы



Кедровское шеелит-кварцевое рудопроявление приурочено к поперечным (азимут простираения от 290-300 до 300-340°, падение вертикальное) разломам. Из двух диагональных систем трещин одна (азимут простираения 350-10°) безрудная, а другая (60-70°) - контролирует лишь мелкие проявления.

Рудоносная зона Благодатного месторождения протягивается по азимуту 35-40° на 6 км. Она представлена зоной интенсивного расланцевания, мощность которой в центральной части достигает 80 м (минимальная ее величина 1-2 м). Угол падения сланцеватости 70-90°. В пределах зоны выделяются линзы массивных пород (пироксенитов, габбро, гранодиоритов); милониты, иногда актинолитовые сланцы; продукты метасоматоза - хлоритолиты, тальк-хлоритовые, тальк-карбонатные сланцы; дайки гранит-, плагиогранит-, гранодиорит-порфиров и лампрофиров; березиты-листвениты; кварц-сульфидные жилы, иногда с турмалином и карбонатом. Соотношения между указанными образованиями хорошо видны на рис. 101. Кварцевые жилы месторождения обычно располагаются вблизи даек и прослеживаются параллельно им. В редких случаях эти образования контактируют. Все кварцевые жилы месторождения располагаются над восточной, погруженной частью Кедровского массива адеманитов (Ниренштейн и др., 1964). Форма жил линзовидная, их мощность на II и III рудниках достигает 4,5 м, а на I руднике 13-15 м. Длина жил колеблется от 75-100 до 270 м. Рудные тела располагаются кулисообразно или же разделяются пережимами. Иногда отмечаются группы параллельных жил, которые на месторождении выделялись как жильные зоны (Штейнберг, 1948). На I руднике известна серия лестничных кварц-галенитовых жилок, расположенных в дайке гранит-порфиров.

На IV руднике (см. рис. 100) кварцевые жилы простираются по азимуту 55°, падают вертикально. Они залегают в контактовой зоне даек гранит-порфиров (Штейнберг, 1948). Жилы отработаны до глубины 24 м. Содержание золота составляло 4,5-10 г/т. Разведаны жилы до глубины 106 м. На V руднике развиты кварцевые жилы с минерализацией (пирит, халькопирит) и зоны пиритизации в расланцованных змеевиках и диоритах.

На Благодатном месторождении отмечаются кварц-карбонатные с турмалином жилы, которые сопровождаются лиственитами и являются непродуктивными. Подобные жилы развиты на Березовском, Шульгинском и других месторождениях Екатеринбургского района.

Руды Благодатного месторождения кварцевые. Только на I руднике вскрыты существенно сульфидные руды. В кварце обычна примесь карбоната доломит-анкеритового ряда, количество которого иногда достигает 40%. Среди сульфидов количественно преобладает пирит. За ним следует сурьмяно-мышьяковая блеклая руда.

Кроме того, отмечаются галенит, халькопирит, иногда сфалерит (I рудник). В качестве редкой примеси отмечается айкинит. Под микроскопом Д.С. Штейнбергом были встречены пирротин, гессит, алтаит, самородный висмут. Вторичные минералы - лимонит, азурит, малахит, хризокolla, халькозин, борнит, аргентит, самородные золото, медь и серебро. Сульфиды в жилах располагаются параллельно зальбандам. Жилки сульфидов иногда выходят из кварцевых жил в боковые породы. Самородное золото представлено на месторождении только



микроскопической разностью. Его мельчайшие зерна фиксируются преимущественно в блеклой руде и теллуридах.

Пробность золота колеблется в пределах 750-900. По данным И.Т. Самарцева и др. (1976), она минимальна на I руднике, а на остальных примерно одинакова.

Сульфиды руд Благодатного месторождения золотоносные, но в различной степени. Так, в мелкозернистом пирите содержание металла достигает 195,7 г/т, а в крупнозернистом лишь 25,6 г/т. В пирите IV рудника количество не превышает 10-12 г/т. Очевидно, можно говорить о тенденции к понижению рассматриваемого параметра в пределах месторождения в направлении с севера на юг. В блеклой руде содержание золота варьирует в пределах 11,2-79,0 г/т. В таких минералах, как халькопирит, сфалерит, галенит, золото концентрируется в сопоставимых количествах (от первых граммов в тонне до 8-14 г/т).

И.Т. Самарцев и др. (1976) для Благодатного поля выделили следующие в разной мере продуктивные минеральные ассоциации: анкерит-кварцевую, пирит-блеклорудную, пирит-галенит-сфалерит-халькопиритовую (полиметаллическую) и сульфатную. Первая ассоциация установлена во всех кварцевых жилах рудного поля, включая шеелит- и молибденитсодержащие их разности. Вторая и третья ассоциации развиты только в восточной части Благодатного месторождения (I-III, Свинцовый и Медный рудники). Сульфатная ассоциация (представлена гипсом и ангидритом) встречена в керне разведочной буровой скважины на глубине 280 м (пройдена на II руднике). В южной части Благодатного месторождения из сульфидов развит пирит. При продвижении на северо-восток наряду с пиритом появляется халькопирит (II и III рудники), галенит и сфалерит (I рудник), затем галенит (Свинцовый рудник). Наконец, в северной части (Медный рудник) халькопирит начинает преобладать над другими сульфидами. Наиболее продуктивными оказались те кварцевые жилы, в которых получила существенное развитие полиметаллическая минеральная ассоциация.

Очевидно, формирование кварцевых жил Благодатного поля происходило в едином тепловом поле, наведенном Кедровской адамеллитовой интрузией. Это в какой-то мере подтверждается данными термобарогеохимического исследования кварцев из кварцевых жил различных частей рудного поля. Жилы с шеелитом, локализующиеся в названном массиве, возникли при  $T=390-430^{\circ}\text{C}$  и  $P=1,9-2,2$  кбар, жилы с молибденитом, располагающиеся в восточном экзоконтакте того же массива, при  $T=370-300^{\circ}\text{C}$  и  $P=1,8-1,9$  кбар, наконец, жилы Благодатных рудников, располагающиеся, что подчеркивалось выше, над корневой частью тела адамеллитов, - при  $T=270-380^{\circ}\text{C}$  (И.Т. Самарцев и др., 1976 г.) и  $P=1,3-1,8$  кбар. Заметим, что на глубоких горизонтах Благодатного месторождения появился шеелит (данные той же работы). Рудная зональность хорошо коррелируется с таковой метасоматитов. В Кедровском массиве кварцевые жилы иногда содержат калишпат и сопровождаются гумбеитами (Спиридонов и др., 1996). В молибденит-кварцевых жилах, развитых в экзоконтакте этого массива, околорудные метасоматиты представлены также гумбеитами, но в них довольно много мусковита и больше доломит-анкерита в сравнении с кедровскими гумбеитами.

Перспективы Благодатного рудного поля по золоту ограниченные. Во-первых, выявление новых кварцевых продуктивных жил маловероятно, так как степень оплошанности его значительная. Незначительны они и на глубину.



содержание золота с глубиной в целом падает, на глубоких горизонтах появился шеелит и, кроме того, с глубины 280 м - непродуктивная сульфатная минеральная вода. Значение последней как отрицательного фактора золота кварцевых жил показано на ряде месторождений И.И. Самарцевым и другими. Хотя кварцевые жилы Благодатного месторождения залегают на 300 м, указанные данные не позволяют оценивать их как непродуктивные.

#### 6.1.2. Березовское рудное поле (20)

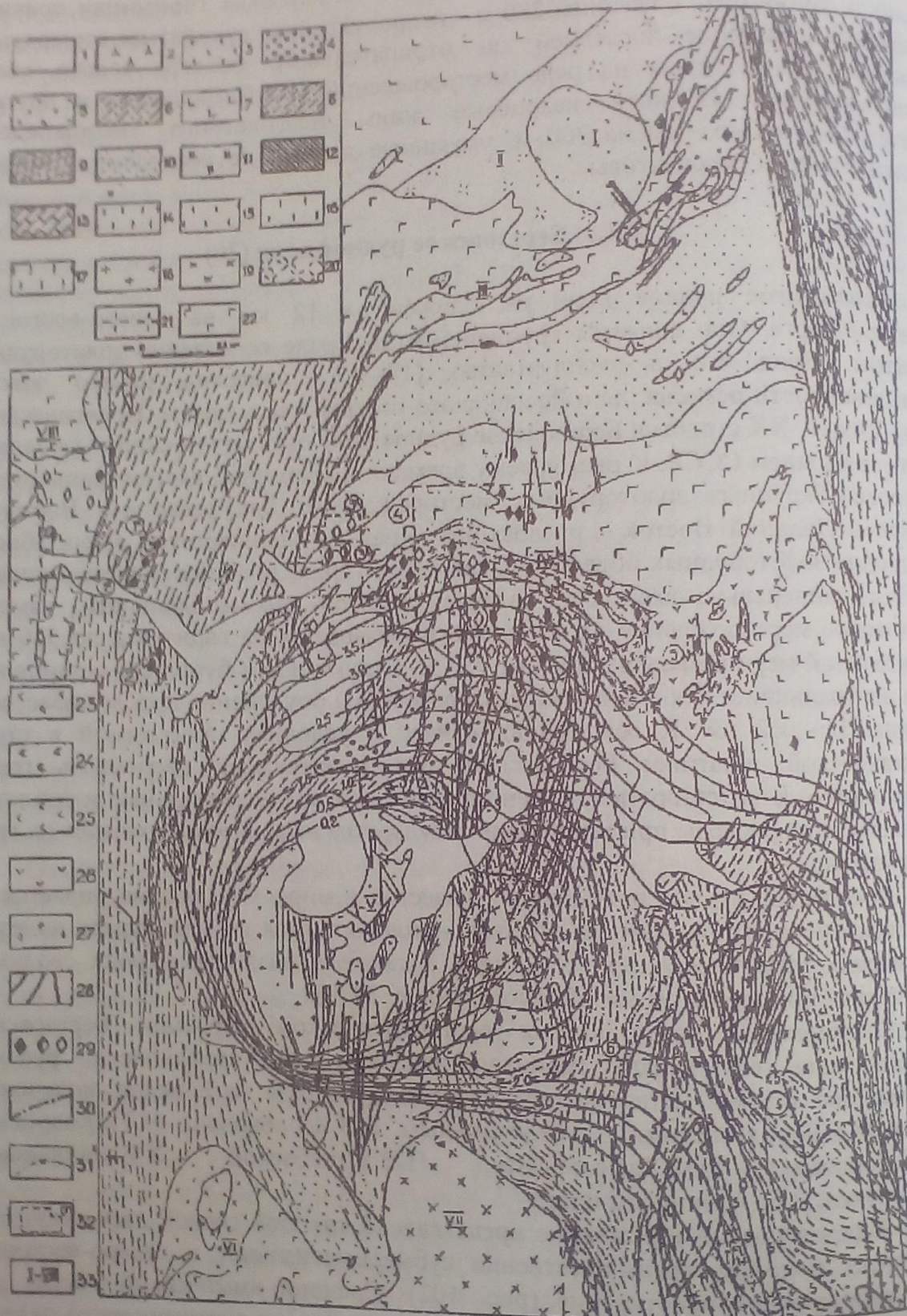
Березовское рудное поле расположено в 12 км на северо-восток от г. Екатеринбурга. Оно является крупнейшим на Урале собственно золоторудным объектом. Ввод его в эксплуатацию (1748г.) определил начало золотой промышленности региона, да и Российского государства в целом. Практически до конца 50-х гг. XX столетия Березовское рудное поле было крупнейшим по запасам золота в бывшем СССР. К настоящему времени в восточной части страны открыт ряд новых крупных золоторудных месторождений. Два региона - Восточная Сибирь и Дальний Восток - превосходят Урал по количеству и масштабности собственно золоторудных объектов. Однако и сегодня роль Березовского рудного поля в минерально-сырьевом балансе золотой промышленности заметна. Березовское месторождение на сегодня отрабатывается на горизонте до 520 м. В значительной мере разведан горизонт 750 м. Структурным бурением установлено, что в центральной и южной частях месторождения оруденение прослеживается до глубины 1 - 1,2 км. К сожалению, сейчас в условиях проводимой в стране экономической политики Березовский рудник вынужден свертывать горное производство. В условиях непрерывного роста цен на материальные и топливно-энергетические ресурсы при монополии государства на золото он оказался на грани банкротства.

Березовское рудное поле широко известно в мире. Оно рассматривается как классический золоторудный объект кварц-жильного типа во всех курсах полезных ископаемых практически во всем мире, а также в различного рода сводках и обобщениях по золоторудным объектам (Boyle, 1979).

Современные представления о геологическом строении Березовского рудного поля, его дайках гранитоид-порфиров, его зональности, рудах и сопряженных с ними метасоматитах сложились на базе материалов, полученных Н.И. и М.Б. Бородаевскими, П.И. Кутюхиным, Б.В. Чесноковым, И.Т. Самарцевым, В.Н. Сазоновым, В.Ф. Казимирским, Н.Н. Котыбаевой, Х.Х. Лайпановым, В.В. Бабенко, В.М. Алешиным и др.

Березовское месторождение представлено крупной серией даек гранитоид-порфиров, имеющих преимущественно субмеридиональное и северо-восточное, реже субширотное простирание (рис. 102). Средний химический состав даек приведен в табл. 17. Большая часть даек имеет крутое (до вертикального) падение. Дайки по большей части березитизированы, вмещают "лестничные" кварцевые жилы, ориентированные по нормали к зальбандам даек. Кроме лестничных, на месторождении развиты красичные кварцевые жилы. Последние представляют собой разности жил, вышедших из даек в их вмещающие породы или же не







TiO <sub>2</sub>	0,41	70,92	69,63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,22	0,25	0,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,61	14,05	15,57
FeO	1,52	1,12	1,08
MnO	0,03	1,30	1,27
MgO	0,82	0,03	0,08
CaO	2,31	0,53	0,55
Na <sub>2</sub> O	5,21	1,55	2,27
K <sub>2</sub> O	2,78	4,78	5,15
П.п.п.	0,42	3,67	2,80
Сумма	99,37	0,82	0,87
		99,02	99,34

Примечание. 1 - ранние гранит-порфиры, 2 - поздние гранит-порфиры, 3 - плагиогранит-порфиры, в скобках приведено количество анализов

Рис. 102. Геолого-тектоническое строение района Большого Шарташского массива адамеллитов. По работе В.Н.Сазонова (1972 г.) с изменениями и дополнениями;

1 - четвертичные образования; 2 - 9, 22 - 25 - комплексы океанической геодинамической обстановки (от поздних к ранним): 2, 3-верхняя толща (туфогенные и туфогенно-осадочные породы с прослоями туффигов), 4 - 9 - промежуточная толща (диабазы, базальтовые порфириты и туфы, прослои кварцитовидных пород), 22 - 25 - нижняя толща (22 - габбро, 23 - пироксениты, 24 - перидотиты, 25 - дуниты); 10 - 17 - образования Мурзинского допалеозойского микроконтинента (гнейсы различного состава, кристаллические сланцы, прослои графитистых сланцев и мраморизованных известняков); 18-21, 26-29 - различные образования коллизионной геодинамической обстановки: 18 - граниты, 19 - гранодиориты, адамеллиты, 20 - плагиограниты, 21 - диориты, 26 - серпентиниты антигоритовые, 27 - тальк-карбонатные породы, 28 - дайки гранитоид-порфиров, 29 - листвениты апоультрабазитовые, апогаббровые, аподиабазовые (и по базальт- андезитовым порфиритам); 30 - разломы; 31 - изоглубины (км) кровли Большого Шарташского массива гранитоидов; 32 - месторождения и рудопроявления: 1а, 1б - Пышминско-Ключевское (1а - медно-кобальтовое, все остальные - золоторудные), 2 - поселок Веер, 3 - Шульгинское (а - северный, б - южный участки), 4 - Березовское, 5 - Пышма гора, 6 - Малоистокское.

33 - крупные интрузивные массивы: I - Кедровский адамеллитовый; II - Благодатный плагиогранитный; III - Благодатный габбро-пироксенитовый; IV - Пышминско-Березовский габбро-серпентинитовый; V - Шарташский адамеллитовый; VI - Уктусский дунит-клинопироксенит-габбровый; VII - Шабровский гранодиоритовый; VIII - Балтымский габбровый



сопоставимо с количеством его в других породообразующих минералах названных метасоматитов. Некоторое возрастание концентрации золота в гексаэдрах пирита отмечено по мере приближения к локализованным в лиственитах золотоносным кварцевым жилам. Пентагондодекаэдры пирита, развитые в лиственитах вблизи питающих трещин, более золотоносные, чем охарактеризованные гексаэдры этого минерала. Наиболее золотоносным в лиственитах оказался мелкозернистый пирит, фиксируемый чаще всего в прожилках, в непосредственной близости от богатых золотом кварцевых жил.

Таким образом, золото в лиственитах рудного поля концентрировалось тогда, когда названные метасоматиты были уже сформированы.

На восточном склоне Урала некоторыми исследователями выделяется протяженный (больше 100 км) дайковый пояс, в который включаются и дайки гранитоид-порфиров Березовского рудного поля (Хоментовский, 1958 и др.). Однако дайки в пределах этого пояса распространены не сплошную, а "пятнами" - сгустки даек располагаются в массивах тоналит-гранодиоритовой формации и в их надинтрузивной зоне. По результатам поисковых работ, проведенных между Березовским и Благодатным рудными полями, можно утверждать, что названные дайки концентрируются в связи (как минимум в пространственной) с Шарташским и Кедровским массивами адамеллитов. Что же касается промежутка между этими рудными полями, то в нем даек нет (во всяком случае, они не были встречены при указанных поисках). Согласно Б.В.Чеснокову (1981), гидротермальная минерализация Березовского рудного поля представляет собой единое целое; ее продукты имеют симметричное распределение в пространстве, аппроксимируются эллиптическим конусом с обращенной вниз вершиной. Простираение в плане длинной оси эллипса совпадает с таковым даек гранитоид-порфиров Березовского месторождения, а центр его приурочен к центральной части последнего. На этой основе О.В.Беллавин и др. (1970) сделали вывод о прямой связи гидротермальной минерализации Березовского рудного поля с мощностью и формой кровли Большого Шарташского массива гранитоидов. Последний представлен Шарташским массивом адамеллитов (см. рис. 102), а также слепыми Шпанчевским (кровля расположена на глубине 1 км) и Малоистокским (мощность кровли не менее 4 км) массивами, очевидно, такого же состава. Мы согласны с таким заключением. Оно, по нашему мнению, подтверждается вертикальной зональностью околорудных метасоматитов в пределах Березовского рудного поля (рис. 103), а также зональностью продуктивных рудных минеральных ассоциаций. Последние будут рассмотрены ниже по материалам И.Т.Самарцева и др. (1973; 1976). По данным О.В.Беллавина и др. (1970), кровля Шарташского массива адамеллитов полого погружается к северу; на северном фланге Березовского месторождения она находится на глубине около 4 км. С таким представлением хорошо согласуются данные, приведенные на рис.103. Поясним суть дела: на северном фланге Березовского месторождения апикальная часть внутренней зоны ореола березитизации-лиственитизации пород эродирована или расположена на глубине 300 - 360 м от поверхности. С учетом того, что месторождение является переходным от среднеглубинных к глубинным (Сазонов, 1980), для которых интервал оруденения в вертикальной плоскости может достигать 1 - 2 км, что оруденение развивается главным образом во внутренней зоне тел околорудно-





Рис. 106. Географическая схема Березовской экскурсии:

1 - Каменные Палатки; 2,3 - щебеночные карьеры: Шарташский (2) и Изоплитский (3); 4 - Крокоитовый шурф; 5 - шахта №4; 6 - шахта №1; 7 - шахта «Северная»; 8 - хвостохранилище обогатительной фабрики; 9 - Ушаковский карьер; 10 - щебеночный карьер "44-квартал"; 11 - памятник Ерофею Маркову





Рис. 106. Географическая схема Березовского района. 1 - амбарные Палатки; 2,3 - щебеночные Палатки; 4 - Крокоитовый шурф; 5 - шахта Березовского района.







## 6.2. Описание маршрута

Экскурсия состоит из двух маршрутов, один из которых — наземный — предполагает осмотр естественных и искусственных обнажений (карьеры и отвалы шахт), а второй — подземный, им предусматривается знакомство с элементами геологии месторождения, дайками гранитоид-порфиров, а также с рудными телами и сопряженными с ними метасоматитами в шахте «Северная».

**Наземная часть экскурсии.** Начало маршрута — южный фланг Березовского рудного поля (рис. 102, 106).

Т.Н.1. На остановке общественного транспорта «Каменные Палатки» в скальном обнажении с этим же названием можно наблюдать типичные шарташские адамеллиты, а также разноориентированные трещины, характерные для Шарташского массива в целом. Горизонтальные и пологопадающие, волнисто изогнутые трещины обуславливают матрацевидную отдельность, отчетливо подчеркнутую процессами выветривания. Далее маршрут проходит через Шарташский щебеночный карьер.

Т.Н.2. Борты Шарташского карьера представлены средне-крупнозернистыми адамеллитами. По сравнению со средним уральским гранитом им свойственны: повышенные основность, содержание темноцветных минералов, пониженное содержание кремнезема, а также большая доля плагиоклаза среди полевых шпатов. Для них характерно ориентированное расположение чешуек биотита. Адамеллиты отличаются мелкоточечным рисунком, в котором черные зерна биотита спорадически разбросаны на светло-сером фоне мелочно-белого полевого шпата и прозрачного серого кварца. Величина зерен биотита 0,1—3 мм. Количество их не превышает 5—10 % от общей массы.

Породы принимают зеркальную полировку, поэтому используются в монументальной архитектуре. Шарташский каменный карьер эксплуатируется как щебеночный — запасы составляют 33,6 млн м<sup>3</sup>.

В бортах, а также в донной части карьера можно наблюдать дайки гранит-порфиров, лампрофиров, аплитов, пегматитов, кварцевых с калишпатом жил, сопровождающихся ореолом гумбеитизации (мощность последних обычно не превышает 10—15 см, в раздувах достигает 30 см). Еще Д. С. Коржинский (1955) считал, что гумбеиты по сравнению с березитами являются более высокотемпературными образованиями, развившимися при более высокой активности К в гидротермальном растворе. Это подтверждено экспериментально (Зарайский, 1989) и геологическими и термобарогеохимическими исследованиями (Сазонов и др., 1993). В Березовском рудном поле развиты ранние (микроклиновые) и поздние (микроклин-серицитовые) гумбеиты (Спиридонов и др., 1997). Поздние гумбеиты — образования, промежуточные между ранними их разновидностями и березитами.

Далее перебазировемся в Изоплитский щебеночный карьер (см.рис. 106).

Т.Н.3. Карьер расположен в северо-восточном эндоконтакте Шарташского массива адамеллитов (см.рис.102). Здесь можно наблюдать адамеллиты, а также даечный комплекс, гранит-пегматиты и кварцевые жилы. Причем околожильно-измененные адамеллиты большей частью представлены гумбеитами и в меньшей мере — эйситами (Сазонов и др., 1993). Следует подчеркнуть, что в обоих карьерах (Шарташском и Изоплитском) наблюдаются глыбы, в которых эйситы и гумбеиты пересекаются тонкими кварцевыми жилками, сопровождающимися березитами.



Изучению сульфидно-кварцевых жил Шарташского гранитного массива уделяло внимание достаточно большое число исследователей (Бородаевская, Бородаевский, 1947; Грабежев, 1970; Чесноков, 1972; Левитан, Михайлова, 1976, 1981; Куруленко, 1982, 1984 и др.), интерес которых был связан главным образом с минералогической зональностью Березовского золоторудного поля, распространением оруденения на его флангах. Тем не менее минералогия жил изучена достаточно слабо. Сульфидно-кварцевые жилы выполняют субширотную систему сколовых, разрывных нарушений, секущих средне-мелкозернистые амагматиты (Куруленко, 1981). Минералообразование в жилах проходило в 4 стадии: ранняя пирит-кварцевая с шеелитом; золото-сульфидная (тетраэдрит, сфалерит, бурнонит, галенит, менегинит, андорит, халькопирит, золото и кальцит); поздняя халькопиритовая; барит-кальцитовая (с виверитом) (Прибавкин и др., 1996). В сульфидно-кварцевых жилах золото отмечено Л. М. Михайловой (1976) в одной из жил Большого Шарташского карьера и в единичном случае в карьере пос. Изоплит. Образует выделения не более 0,01 мм, изометричной или прожилковой формы, располагаясь по трещинкам в тетраэдрите. Микровключения золота в пирите, характерные для Березовского золоторудного поля, не зафиксированы. Сульфидно-кварцевые жилы Шарташского массива рассматриваются многими исследователями как составная часть единого жильного поля, наложенного как на дайковый комплекс Березовского поля, так и на граниты Шарташского массива. Существует единая минералогическая зональность жильного поля, периферические части которой захватывают Шарташский и Кедровский массивы, а центр располагается в северной части Березовского рудного поля.

Шарташский и Изоплитовый карьеры в настоящее время разрабатываются частными предпринимателями, поэтому непросто получить разрешение на их посещение. Значительно проще посещение «Сибирского» карьера, вскрывающего южную часть Шарташского массива. Карьер расположен вблизи Сибирского тракта (остановка автобусов №31, 1 - «Карьер» или «Путевка»). В отличие от Шарташского и Изоплитовского карьеров, Сибирский разрабатывает монументальные блоки для облицовки (рис.107) или каменных архитектурных изделий, особенно на ранних стадиях разработки (рис.108).



Рис.107. Сибирский карьер по добыче блоков амагматитов



Продолжаем маршрут в г. Березовском, на северной его окраине, в районе Крокоитового шурфа.

Т.Н.4. Крокоитовая минерализация на Березовском месторождении отмечалась при проходке горных выработок, ориентированных на золото, в пределах Платоновской дайки, в районе Михайловской дайки (шурф 87), а также при проходке горизонтальных выработок из шахт «Чегиревской» и «Комаровской». В геологическом отношении более изучено лишь проявление крокоитовой минерализации в районе дайки Платоновской, в то время как о других проявлениях имеются лишь краткие сведения по литературным источникам и устным сообщениям старателей. В районе дайки Платоновской крокоитовая минерализация пространственно связана с золоторудными кварц-сульфидными жилами, секущими дайку лампрофиров. Платоновская дайка лампрофиров залегает среди тальк-карбонатных пород, имеет субмеридиональное (аз.  $340^\circ$ ) простирание и пологое ( $23^\circ$ ) падение на запад. Дайка почти повсеместно березитизированная, а с поверхности — в значительной мере выветрелая. Тальк-карбонатные породы рассланцованные и выветрелые. Вблизи контакта с дайкой наблюдается лиственитизация. Лиственитизированные тальк-карбонатные породы в приповерхностных условиях превращены в ноздреватую породу бурожелезняково-кварцевого состава (по-старательски, «кожуха»).

На всем протяжении Платоновская дайка вмещает множество лестничных полосовых сульфидно-кварцевых жил. Жилы образуют в основном три системы трещин: 1) азимут простирания  $100-110^\circ$  и вертикальное или  $75-83^\circ$  на юг падение; 2) субмеридиональное простирание и крутое падение на северо-восток; мощность кварцевых прожилков от 1—3 см, реже 10—15 см; 3) диагональное падение. Сульфидная (в том числе и галенитовая) минерализация и связанная с ней вторичная (крокоитовая) минерализация отмечаются в основном в кварцевых жилах субширотного простирания. В пределах шурфа 444 (южная часть Платоновской дайки) установлены две кварцево-сульфидные жилы 1 и 2, несущие крокоитовую минерализацию. Указанные жилы имеют азимут простирания  $110^\circ$  и крутое падение. Залегают кулисообразно на расстоянии 7—8 м. Состав жил: кварц, пирит, галенит. Дайка лампрофиров в контакте с жилой березитизированная. Зона березитизации составляет от 20 до 40 см. Крокоитовая минерализация отмечается как в самой кварцевой жиле в виде сплошных агрегатов мелкокристаллического крокоита, так и в виде корочек вокруг агрегатов галенита. Помимо этого в трещинах отдельности в березитах в зависимости от толщины трещины распространены щетковидные или мелкокристаллические, или пленочные образования крокоитовой минерализации. В настоящее время шурфы законсервированы, и крокоитовую минерализацию можно найти лишь в отвалах этих шурфов.

Кристаллы крокоита золотисто-оранжевого до кошенильно-красного цвета, просвечивают по краям, иногда прозрачны, с сильным алмазным блеском (Чирва, 1923). Они сильно вытянуты по оси С, причем длина превосходит толщину от 2 до 5 раз. Чаше величина диаметра около 0,1 см, реже достигает 0,2 см и в очень редких случаях 0,5 см. Обычно длина кристаллов колеблется от 0,8 до 1 см, иногда же достигает 2—2,5 см. Крокоит находится на плотном молочном кварце, свинцовом блеске, березите или тальковом сланце (рис. 110).

По результатам шлихового опробования рыхлых отложений участка «Крокоитовый шурф» в масштабе 1:5000, выполненных сотрудниками кафедры ПРПИ УГТГА, установлены два шлиховых ореола золота. Участки повышенной



концентрации золота в шлиховых ореолах тяготеют к узлам сопряжения даек березитизированных гранитоидов с зонами лиственитизации, вмещающими золотоносные красичные жилы. Цвет золотины преимущественно желтый, изредка отмечаются золотины других оттенков — красновато-желтого, густо-желтого и светло-желтого.



Рис. 110. Кристаллы крокоита на березите. Крокоитовый шурф (средняя длина кристаллов около 1 см)

Закончив осмотр отвалов шурфов с крокоитом, где можно собрать много мелких кристаллов, продолжаем маршрут к шахте № 4 (см. рис. 106).

Т.Н.5. Шахта № 4 ликвидирована, но в ее отвале (в значительной степени уничтоженном) сохранились отдельные глыбы и обломки, представляющие: дайку гранит-порфиров Андреевскую; дайку лампрофиров; тальк-карбонатные породы; микродиабазы; лестничные жилы с сульфидной минерализацией; кварц-карбонатные жилы, пересекающие диабазы, а также сопряженные с ними листвениты; биметасоматические березиты-листвениты, возникшие на контакте гранит-порфиров с диабазами и тальк-карбонатными породами.

Продолжаем наш путь, двигаясь к шахте № 1 (см. рис. 106).

Т.Н.6. В глыбах отвала можно наблюдать: плагиогранит-порфиры Соймоновских (I и II) даек; лестничные кварцевые жилы с сульфидами, а также сопряженные с ними березиты; тальк-карбонатные породы; диабазы и туффиты; красичные карбонат-кварцевые жилы, залегающие в тальк-карбонатных породах и диабазах, а также ореолы лиственитизации, сопряженные с жилами; биметасоматические березиты-листвениты, развившиеся на контакте плагиогранит-порфиров с тальк-карбонатными породами. Здесь же можно встретить рудную минерализацию кварцевых жил, а также кристаллы пирита гексаэдрического и пентагон-додекаэдрического облика в березитизированных плагиогранит-порфирах.



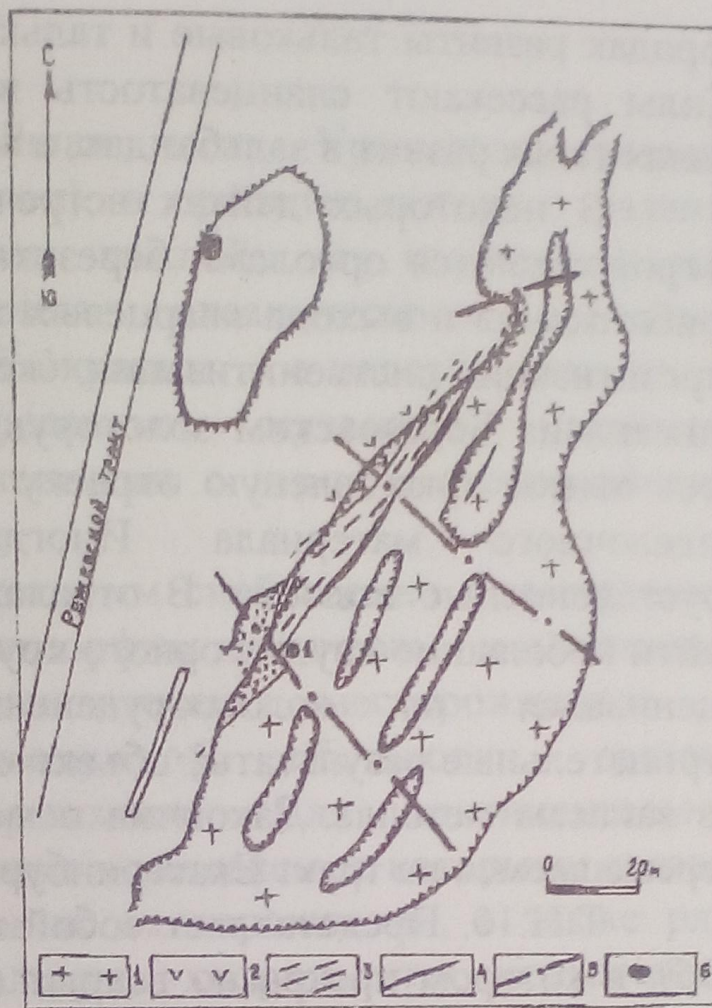


Рис.115. Схематический геологический план карьера «Первоначальный»:

1 – дайки гранитоид-порфиров; 2 – антигоритовый серпентинит; 3 – тальк-карбонатные породы; 4 – березиты-листвениты; 5 – тектонические нарушения; 6 – памятник Е.Маркову





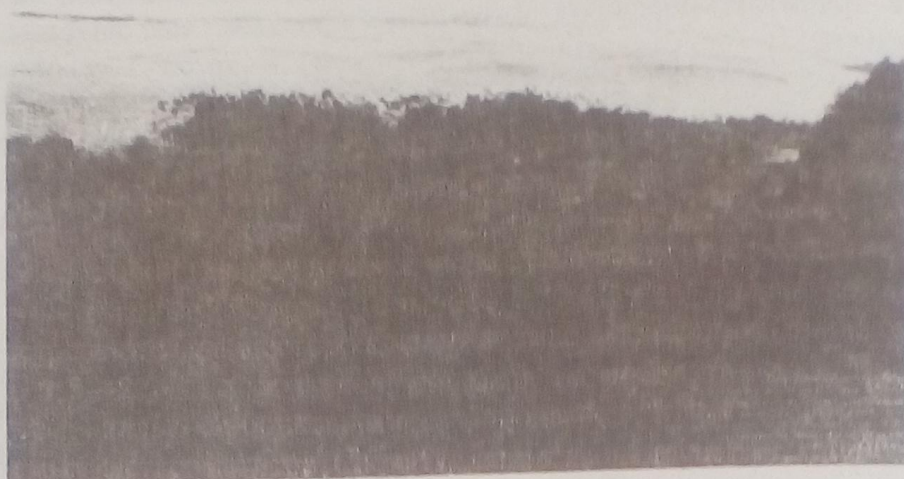


Рис. 113. Хвостохранилище обогатительной фабрики

Т.Н.9. Березовское месторождение талькохлорита расположено в пределах Пышминско-Березовского массива серпентинитов, вскрыто двумя карьерами, один из них известен с конца XIX в под названием «Ушаковский» (см.рис.106). Месторождение в основном представлено тальк-карбонатными породами, хорошо вскрытыми в этих карьерах. В последних отмечаются реликтовые тела серпентинитов, несколько даек габбро-диабазов, а также многочисленные дайки березовского комплекса - плагиосиенит-, плагиогранит-, гранит-порфиры и диорит-порфиры. Тальк-хлоритовая минерализация пространственно связана именно с этими дайками.

Месторождение контролируется субмеридиональной тектонической зоной надвигового типа, падающей на запад под углом 30—35°. В пределах зоны прослеживаются трещины, одни из них расположены согласно с надвиговой структурой, а другие имеют субгоризонтальную ориентировку. Вдоль названных трещин прослеживается рассланцевание. Трещины пространственно сближены, что обусловило развитие на месторождении обширного поля тальк-карбонатных пород. Среди последних местами отмечаются реликты тел серпентинитов, имеющие субмеридиональную ориентировку. В тальк-карбонатных породах, кроме талька и карбоната (магнезит), присутствуют хлорит, магнетит и магнетитизированный хромшпинелид. Серпентиниты антигоритовые с магнетитом (массовая доля до 7—8 %). В обоих карьерах на контакте тальк-карбонатных пород или серпентинитов с дайками гранитоид-порфиров развиты биметасоматические березиты-листвениты (Сазонов, 1975). Метасоматиты имеют мощность 0,5—3,5 м, их пространственное положение коррелируется с контактами даек.

Хлорит-тальковые породы (обычно с тем или иным количеством карбоната) встречаются на месторождении в виде небольших (длина до 40 м, мощность до 1,5—2,5 м) зон, фиксирующихся на контактах даек гранитоид-порфиров с тальк-карбонатными породами. При формировании рассматриваемых метасоматитов Са и Al заимствовались из указанных даек (Сазонов, 1978). В тальк-карбонатных породах встречаются моноклоритовые жилы мощностью 0,1—2,2 м. В восточном карьере в тальк-карбонатных



- Барбот де Марни Е.Н. Урал и его богатства. Екатеринбург, 1910. 472 с.
- Беллавин О.В., Вагшаль Д.С., Ниренштейн В.А. Шарташский гранитный массив (Средний Урал) и связь с ним золотого оруденения // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1970. № 6. С. 86 – 90.
- Берс Е.М. Археологические памятники Свердловска и его окрестностей. Свердловск, 1963. 176 с.
- Бородаевский Н.И., Бородаевская М.Б. Березовское рудное поле. М.: Металлургиздат, 1947. 347 с.
- Бородаевский Н.И., Черемисин А.А. Критерии прогнозирования жильного оруденения в рудных полях Урала // Критерии прогнозирования золоторудных месторождений. М.: ЦНИГРИ, 1993. С. 13 – 21.
- Брусницын А.И. Минералогия родонитовых пород Среднего Урала. С-Петербург, 1998. 86 с.
- Бушляков И.Н., Соболев И.Д. Петрология, минералогия и геохимия гранитоидов Верхисетского массива на Урале. М.: Наука, 1976. 340 с.
- Вертушков Г.Н. Разлифованный кварц с горы Хрустальной // Записки Всес. мин. об-ва. 1946. Ч. 75, 3 4. С. 257 – 264.
- Вертушков Г.Н. Гумешевское месторождение малахита на Урале // Минералогия и петрография Урала: Труды СГИ. Вып. 106. Свердловск, 1975. С. 3 – 26.
- Геология и экология Урала глазами детей: путь к научному творчеству. Ревда, 1999. 165 с.
- Глюк Д.С. Экспериментальное исследование водно-силикатных систем с золотом. Новосибирск: Наука, 1994. 118 с.
- Грабежев А.И. Особенности березитизации гранитоидов Шарташского массива на Среднем Урале // Минералы изверженных и метаморфических горных пород Урала. Свердловск, 1970. С. 10 – 14.
- Дымкин А.М., Нечухин В.М., Сазонов В.Н. и др. Главные рудные геолого-геохимические системы Урала. М.: Наука, 1990. 270 с.
- Железородные формации Среднего и Южного Урала / Под редакцией А.М. Дымкина. М.: Наука, 1989. 251 с.
- Жуков И.Г. Девонские марганценозные отложения Магнитогорской палеоостроводужной системы: Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Миасс, 2000. 220 с.
- Зарайский Г.П. Зональность и условия образования метасоматических пород. М.: Наука, 1989. 342 с.
- Заварицкий А.Н. Месторождения медных руд на Урале // Тр. Геол. Ком. Нов. Сер., 1927, ч. 1. 151 с.
- Золото Урала. Коренные месторождения / В.Н. Сазонов, Н.А. Григорьев, В.В. Мурзин и др. Екатеринбург: УИФ Наука, 1993. 211 с.
- Иванов А.А. Коренные месторождения золота // 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск: УФАН СССР, 1948. С. 127 – 168.
- Иванов О.К. О природе россыпного золота в Уктусском дунитовом массиве. Мат-лы летней минер. школы-96. Екатеринбург, 1996. С. 84-86.
- Кадик А.А. Вода и углекислота в магматических процессах // Физико-химические проблемы гидротермальных и магматических процессов. М.: Наука, 1970. С. 5 – 32.



К о л о н и н Г.Р. Эволюция свойств и состава постмагматических рудообразующих флюидов при температурах ниже 450 °С // Флюидный режим земной коры и верхней мантии. Иркутск, СО АН СССР, 1977. С. 87-88.

К о р е н б а у м С.А. Минеральные парагенезисы тальковых месторождений. М.: Наука, 1967. 279 с.

К о р ж и н с к и й Д.С. Очерк метасоматических процессов // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 332 – 452.

К р а с н о б а е в А.А., Д а в ы д о в В.А., Ч е р е д н и ч е н к о Н.В. Цирконовая геохронология ильменской свиты // Ежегодник-1997 Ин-та геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург, 1998. С. 157 – 160.

Л а й п а н о в Х.Х. Околорудные метасоматиты Березовского рудного поля // Вопросы геохимии и рудообразования. Свердловск, 1977. С. 66 – 69.

Л у к о ш к о в В.Н. Гондиты Урала. Свердловск, 1983. 120 с.

М а л а х о в И.А. Петрология главных формационных типов ультрабазитов. М.: Недра, 1983. 224 с.

М е д н о к о л ч е д а н н ы е месторождения Урала. Т. I. Свердловск, 1988. 288 с.

М е т а л л о г е н и я складчатых систем с позиций тектоники плит. Екатеринбург, 1994. 385 с.

М и х а й л о в а Л. В. Признаки золотоносности березитов с глубоких горизонтов Березовского месторождения на Среднем Урале // Критерии рудоносности метасоматитов. Алма-Ата: КазИМС, 1969. С. 255-256.

М о ш е в С.И. Морфология рудных тел и условия формирования Гумешевского полигенного меднорудного месторождения: Дисс. канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург, 1993. 203 с. (ИГТ УрО РАН).

М у р з и н В.В. Рудные минеральные ассоциации как показатель геологических и физико-химических условий формирования месторождений золота Урала: Дисс. ... д – ра геол.-мин. наук. Екатеринбург, 1997. 258 с. (ИГТ УрО РАН).

М у р з и н В.В., Т а л а н ц е в А.С., Л е о н т ь е в Р.Л. Самородное золото на глубоких горизонтах Березовского месторождения (Урал) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1987, № 5. С. 70 – 79.

О в ч и н н и к о в Л.Н. Контактново-метасоматические месторождения Среднего и Северного Урала. Свердловск: УФАН СССР, 1960. 496 с.

О в ч и н н и к о в Л.Н. Образование рудных месторождений. М.: Недра, 1988. 246 с.

О г о р о д н и к о в В.Н., П о л е н о в Ю.А., Г р и г о р ь е в В.В. Уктусский гипербазитовый массив // Изв. вузов. Горный журнал. 1995, №10.

О г о р о д н и к о в В.Н., С а з о н о в В.Н. Соотношения золотых и хрусталеносных месторождений в обрамлении гнейсовых блоков Урала. Свердловск, 1991. 72 с.

О г о р о д н и к о в В.Н., С а з о н о в В.Н., П о л е н о в Ю.А. Коллизионные процессы: трансформирующая и рудообразующая роль // Проблемы геологии и разведки месторождений золота, извлечения благородных металлов из руд и отходов производства. Екатеринбург, 1999. С. 84-85.

П а н к о в Ю.Д. Железистые кварциты. М.: Наука, 1984. 273 с.

П р и б а в к и н С.В. Петрология основных пород в гранитоидах Шабровского и Шарташского массивов: Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург, 2000. 226 с. (ИГТ УрО РАН).



Рибавкин С.В., Ерохин Ю.В., Середкин М.В. и др. Минералогия сульфидно-кварцевых жил Шарташского массива // Уральская летняя минералогическая школа – 96. Екатеринбург, 1996. С. 46 – 55.

Прокин В.А., Полтавец Ю.А. Геодинамические условия формирования эндогенных меднорудных и железорудных месторождений // Ежегодник-1995 Ин-та геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург, 1996. С. 161 – 163.

Пронин Л.А. Уральский геологический музей. Екатеринбург, 1985. 285 с.

Пушкарев Е.В. Уктусский дунит-клинопироксенит-габбровый массив (геология, петрология, минералогия). Екатеринбург, 1999. 160 с.

Романович И.Ф. Зональность месторождений талька Урала и Сибири // Закономерности размещения месторождений полезных ископаемых. Т. VI. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 121 – 136.

Рябчиков И.Д. Термодинамика флюидной фазы гранитоидных магм. М.: Наука, 1975. 230 с.

Сазонов В.Н. Лиственнитизация и оруденение. М.: Наука, 1975. 172 с.

Сазонов В.Н. Соотношение железистости сосуществующих минералов из метасоматитов березит-лиственитовой формации Урала как показатель их физико-химических условий формирования // Проблемы биминеральной термобарогеохимии. Свердловск, 1976. С. 41 – 57.

Сазонов В.Н. Хром в гидротермальном процессе. М.: Наука, 1978. 278 с.

Сазонов В.Н. Околорудная метасоматическая зональность как поисковый критерий и фактор прогнозирования оруденения (на примере березит-лиственитовой формации) // Результаты исследований литологии, метаморфизма и металлогении Урала. Екатеринбург, 1980. С. 88 – 115.

Сазонов В.Н. Березиты – листвениты // Исследования по петрологии и металлогении Урала. Свердловск, 1986. С. 95 – 104.

Сазонов В.Н. Золотопродуктивные метасоматические формации подвижных поясов. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 181 с.

Сазонов В.Н. Березит-лиственитовая формация и сопутствующее ей оруденение. Свердловск, 1984. 208 с.

Сазонов В.Н., Мурзин В.В. Взаимоотношения золотополиметаллических, колчеданно-полиметаллических и колчеданных месторождений на Урале // Докл. РАН. 1994. Т. 342, № 3. С. 363 – 367.

Сазонов В.Н., Григорьев Н.А., Мурзин В.В. Геодинамические обстановки локализации золотого оруденения в складчатых системах уральского типа // Металлогения складчатых систем с позиций тектоники плит. Екатеринбург, 1966. С. 167 – 176.

Сазонов В.Н., Мурзин В.В., Огородников В.Н. и др. Шиловское медно-магнетит-скарновое месторождение // Изв. вузов. Горный журнал. 1994, № 5. С. 154 – 158.

Сазонов В.Н., Мурзин В.В., Шумилов И.А. Изотопно-геохимическая модель Ауэрбаховского рудного поля (Северный Урал) // Докл. РАН. Т. 331, № 4. С. 456 – 458.

Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Коротеев В.А. и др. Месторождения золота Урала. Екатеринбург, 1999. 571 с.

Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Поленов Ю.А. и др. Золотооруденение Екатеринбургского геологического полигона. Екатеринбург, 1997. 226 с.



Самарцев И.Т., Захваткин В.А., Казимирский В.Ф. О зональности Березовского золоторудного месторождения на Среднем Урале // Геология рудн. месторожд. 1973. № 1. С. 110 – 117.

Серков А.Н. Петрология, минералогия и генезис среднеуральских месторождений родонита. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Свердловск, 1989. 19 с.

Спирidonov Э.М., Бакшеев Н.А., Середкин М.В. и др. Гумбентовая формация Урала. М.: МГУ, 1997. 97 с.

Старостин В.И. Структурно-петрофизический анализ эндогенных рудных полей. М.: Недра, 1979. 240 с.

Страшненко Г.И. Геология и закономерности размещения месторождений горного хрусталя в западном обрамлении Адамовского гнейсово-мigmatитового комплекса (Южный Урал) // Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук. Свердловск, 1970. 20 с.

Унифицированные стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург, 1993. 25 с.

Хоментовский В.В. Геологическое строение и история развития Восточно-Уральского антиклинория на Среднем Урале. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 72 с.

Червяковский Г.Ф., Нечухин В.М., Мельникова Г.Б. Андезит-дацитовая формация Урала и ее металлогения // Ежегодник-1974 Ин-та геологии и геохимии УНЦ АН СССР. Свердловск, 1975. С. 60 – 61.

Чесноков Б.В. Эндогенная зональность Березовского рудного поля на Среднем Урале // Докл. АН СССР. 1973. Т. 210, № 4. С. 915 – 917.

Чирва Е.Ф. Крокоит из Березовского рудника близ Екатеринбурга на Урале. Тр. Минер. музея АН СССР, т.1, 1923. С. 43-63.

Чупин Н. Рудники округа Екатеринбургских горных заводов // Горный журнал. ч.IV, №13, 1862. С. 83-104.

Широков В.Н., Чаирин С.Е., Пронин В.Н. Северская писаница. Свердловск: УрО АН СССР, 1991. С. 48-58.

Штейнберг Д.С. Месторождения Благодатные // 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск: УФАН СССР, 1948. С. 235 – 241.

Штейнберг Д.С., Ронкин Ю.Л., Кураленко Р.С. и др. Rb-Sr возраст пород Шарташского интрузива и дайкового комплекса // Ежегодник-1988 Ин-та геологии и геохимии УрО АН СССР. Свердловск, 1989. С. 110 – 112.

Щуровский Г. Уральский хребет в физико-географическом, геогностическом и минералогическом отношениях. М., 1841. 287 с.

Язев Р.Г. Андезитоидный вулканизм Урала: Дисс. ... д-ра геол.-мин. наук. Свердловск, 1989. 337 с (ИГТ УрО РАН).

Язев Р.Г., Бочкарев В.В. Постколлизийный девонский магматизм Северного Урала // Геотектоника. 1993. № 4. С. 56 – 65.

Rose G. Mineralogisch-Geognostische Reize dem Ural, dem Altai. Bd. I-II. Berlin, 1937.