

А.П.СМОЛИН

СТРУКТУРНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



А.П.СМОЛИН

СТРУКТУРНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ
ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

553.27
553.41

1268



МОСКВА «НЕДРА» 1975



Смолин А. П. Структурная документация золоторудных месторождений. М., «Недра», 1975, 240 с.

Работа в основном является оригинальной; в ней автор делится своим богатым опытом по структурной документации золоторудных и некоторых других месторождений; даются рекомендации по эффективному проведению поисково-разведочных и оценочных работ на золоторудных месторождениях. Большое внимание уделено установлению форм и стадий минерализации рудных тел в зависимости от состава, строения, этапов мобильности вмещающих пород; изучению внутреннего строения нарушений, определению их возраста (дорудного и послерудного) и минерального заполнения. Описание каждого месторождения сопровождается очерком истории его изучения. Многочисленные графо-фоторисунки убедительно иллюстрируют выводы и различные соображения, высказываемые автором по ряду структурных деталей месторождений. Особо выделены разделы о рудных столбах различного состава и строения, встречавшихся на рудоносных полях, о значении глубинных разломов — первопричинах трещинной тектоники.

Книга представляет интерес для широкого круга геологов, изучающих месторождения золота и других металлов, а также для студентов геологоразведочных вузов и аспирантов, изучающих курс «Структуры рудных полей».

Таблиц 4, иллюстраций 203, список литературы — 55 названий.

Автор избрал структурную геологию своей специальностью не случайно. Получив математическое образование в Московском университете (1906—1910 гг.), он поступил в Петербургский горный институт, где, слушая лекции профессора В. И. Баумана по маркшейдерии и всемирно известного кристаллографа Е. С. Федорова по кристаллографии, начал заниматься геометрией трещинной тектоники.

Первое же применение ее основ и способов гномостереографической сетки Е. С. Федорова с использованием начертательной геометрии с числовыми отметками на дипломной практике привело к успеху. Огромное научное и практическое значение применения такого способа подтвердил сам Е. С. Федоров, когда на Закавказском Кадзбекском медном руднике он точно определил направление сброса главного штокверкового рудного тела и этим спас предприятие от намечавшегося краха.

Первая попытка в этом направлении была предпринята автором в Мариинской тайге Западной Сибири во время дипломной практики на Центральном золоторудном месторождении, законсервированном в период первой империалистической войны (Смолин, 1924).

Нанесение на топографическую основу сопрягающихся в виде треугольника рудных отрезков двух жил (Лотерейной и Северной) и определение поперечного смещения их выявило отсутствие одного отрезка. На основании геометрического построения он был быстро обнаружен в виде обохренной жилы с очень богатым содержанием золота. Это послужило началом для расконсервации рудника. Доклад, сделанный об этом на маркшейдерском съезде в Томске, по предложению профессоров М. А. Усова и П. К. Соболевского, был принят как защита дипломной работы (Смолин, 1925; Гутт, 1933).

Так началась деятельность автора как инженера-геолога с геолого-структурным уклоном. Вскоре автор, обосновавшийся на Урале в г. Свердловске, был приглашен в Горный институт преподавателем по кристаллографии, а затем на кафедру разведочного дела и по совместительству консультантом треста «Уралзолото». Такое положение предоставило широкую возможность посещать предприятия и продолжать изучение строения золоторудных и редкометальных месторождений не только Урала, но и Казахстана, а также Западной Сибири; причем в этом всегда принимали участие студенты — ученики автора в порядке учебно-производственной практики, а затем в качестве рудничных геологов.

При содействии учеников, занявших должности главных геологов рудников, геолого-структурная документация стала основой изучения строения месторождений, что часто приводило к обнаружению смещенных рудоносных



Рис. 1. Беседа автора с академиками А. П. Карпинским и П. М. Губкиным о необходимости углубленного изучения тектогенеза рудных месторождений. Геологическая конференция в Свердловске, 1932 г.

тел или к увеличению рудных запасов; ответственную документацию, особенно в шахтных условиях, вел лично автор. В результате появилась возможность с научно-педагогической целью выступить с лекциями по различным отделам структурной геологии и горной геометрии, особенно по разделу о типах дизъюнктивных нарушений, о сопутствующих микротектонических признаках, определяющих интенсивность относительных движений, направление и возраст смещений рудных тел, в общем чрезвычайно мало в то время изученных.

Доклад на эту тему, сделанный на геологической конференции в 1932 г. в г. Свердловске, привлек внимание присутствовавших на ней академиков, особенно президента Академии наук СССР А. П. Карпинского, который в личной беседе с автором (рис. 1) назвал взятое им направление в изучении рудоносной тектоники как проявление «новой школы тектонистов» и советовал углублять его путем сбора возможно большего количества структурных наблюдений. По его мнению, это должно было привести к созданию наиболее достоверных теорий с целью пополнения уже имеющихся в геологической литературе.

После такой поддержки великого русского геолога автор с удвоенной энергией вел соответствующие структурные наблюдения на золоторудных предприятиях Урала, Казахстана и Западной Сибири, задавшись целью повысить эффективность геолого-структурной документации, выполняемой рудничными геологами и коллекторами. Представлялось неоспоримым, что повседневные зарисовки и особенно фотоснимки являются весьма ценными первич-

ными документами, которые нельзя повторить из-за продвижения забоя. Кроме того, они являются основным материалом для построения структурных профилей, на основе которых проектируются поисково-разведочные работы и дается направление эксплуатационных выработок.

При описании структур месторождений приводились примеры ошибочных забойных зарисовок и необоснованных представлений о морфологии рудных тел и возрасте сместителей, приводивших к проходке излишних буровых скважин или к неоправдавшимся ожиданиям рудных запасов в более глубоких горизонтах, подготавливавшихся к вскрыше.

Подобные случаи всегда служили темой для бесед с сотрудниками геолого-разведочного отдела рудника и студентами-практикантами Свердловского горного института и обязательно с участием маркшейдерского отдела, с которым на всех рудниках устанавливалась тесная связь. Маркшейдеры всегда очень охотно маркировали особо интересные структурные точки (скрещения, смещения, резкое повышение содержания ценных компонентов) закрепленным номерным знаком (м. т.).

В таких условиях проходило накопление большого количества геолого-структурной документации, описываемой в последующих разделах, по существу являющихся выборками из многочисленных геолого-экономических производственных докладных записок и отчетов о направлении эксплуатационных и разведочных работ, о рудных запасах и перспективах месторождений.

Связь производства с высшей школой создавала благоприятную обстановку полевых и камеральных геологоразведочных работ для выбранного коллектива геологов. Это нашло отражение в статье газеты «Уральский рабочий» (А. И. Александров, 18/XI 1945 г.) по случаю юбилейного года — 200-летия Уральской золотопромышленности в следующих строках: «Большую роль в развитии золотого дела и расширении сырьевых ресурсов Урала вообще и Южного Урала в особенности сыграло бюро консультанта Союззолота по Уралу, организованное по инициативе А. П. Смолина и энергично поддержанное академиком В. А. Обручевым. Бюро консультанта, руководимое А. П. Смолиным, привлекло на геологоразведочную работу значительное число — около 50 студентов геологов старших курсов Уральского политехнического института и Уральского техникума... Тектонические взгляды А. П. Смолина, ломавшие установившиеся традиционные понятия, были приняты и расширены молодыми последователями... Геологи уральского золота, в подавляющем большинстве воспитанники Уральского горного института, приходят к славному юбилею — 200-летию открытия золота на Урале с огромными результатами, которые позволяют уверенно развиваться индустриальной золотой промышленности Урала».

Многообразие структур месторождений и рудных полей не только золота, но и других ценных минералов (вольфрам, хрусталь и др.) дало возможность изучить следующие структурные явления: а) изменение морфологии рудных жил в зависимости от мобильности, а также состава и строения вмещающих пород; б) тектонические и физико-химические условия образования различных типов рудных столбов; в) условия многостадийности формирования и минерализации рудных жил; г) изменения содержания рудных минералов (сульфидов, золота) в зависимости от чередования подвижек и минерализации в рудоносных трещинах.

Большое внимание уделено описанию структур золоторудных полей и месторождений — Степнякского, Бестюбинского, Бериккульского — как объектов, хорошо изученных и давших наиболее богатый материал для выполнения поставленной автором задачи.

Как пример методологии и техники геолого-структурной документации рассмотрены условия и причины формирования локального золотооруденения в зависимости от наличия различных магматогенных фаций Кочкарского гранитоидного массива. Особое внимание уделено здесь описанию дайковых разломов и мигматитов различных стадий, образовавшихся в результате неравномерно проходившей гранитизации покровных пород, что позволяет однозначно решить проблему пространства, занятого гранитоидным массивом.

Приведено описание рудных столбов не только золота, но и других ценных минералов, так как они часто встречаются на рудоносных площадях или имеют сходные структурные и генетические условия формирования.

Поскольку наиболее ранние и глубокие разломы являются обычно первопричиной локального проявления оруденения, сочтено уместным отразить в специальном разделе редко отмечаемое внутреннее строение их на рудных полях, различных по строению и минерализации.

Наконец, выполняя пожелание Научного совета ЦНИГРИ, одобрявшего опубликование настоящего труда, в конечном разделе книги изложены практические приемы геологического фотографирования в различных условиях на поверхности и в подземных выработках, что нашло отражение в фоторисунках, сопровождающих текст.

При одобрении темы настоящей работы Научным советом ЦНИГРИ автору было рекомендовано до выхода книги в свет издавать отдельные главы по мере их написания. Это пожелание было выполнено, но в иной форме, а именно, значительная часть структурных рисунков и фото была принята по конкурсу Ученым советом Музея землевладения МГУ и вошла в стенд «Структура рудных месторождений», а также взята академиком В. И. Смирновым в учебный фонд возглавляемой им кафедры «Геология полезных ископаемых». Кроме того, некоторые рисунки вошли в учебные пособия по рудным месторождениям (С. А. Вахромеева, В. И. Смирнова, Г. Д. Ажгирея), а также в книгу «Минералогия Урала» (1941).

Эту работу автор посвящает своим ученикам — участникам совместного создания геологоразведочной службы на предприятиях Министерства цветной металлургии СССР и надеется, что она будет служить руководством для геологов в их ответственной деятельности по увеличению потенциальных запасов благородного металла.

ФОРМЫ, СТРОЕНИЕ И МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЖИЛЬНОРУДНЫХ ТЕЛ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА, СТРОЕНИЯ, ЭТАПОВ МОБИЛЬНОСТИ
ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД И ОТ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ НАРУШЕНИЙ ИХ

1. Различные структурные типы месторождений

Геолого-структурные наблюдения, проводившиеся автором в периоды частых и длительных посещений золоторудных полей и месторождений, показывают, что литологические и структурные условия, в которых могут формироваться такие месторождения, весьма разнообразны. Это подтверждают следующие выборочно взятые наиболее известные месторождения:

1. Березовское рудное поле охватывает обширную площадь палеозойской толщи туфогенно-осадочных пород, секущихся многочисленными гранитоидными дайками, включающими системы сближенных поперечных маломощных золото-кварцевых жил, а также более мощных того же направления, секущих внедайкивые породы.

2. Кочкарское рудное поле находится в границах крупного меридионального гранитоидного массива и состоит из двух обособленных рудных участков, рассеянных многочисленными дайками и включающих рудные жилы широтного простирания.

3. Непряхинское месторождение приурочено к сланцевой смятой в складки толще, зажатой серпентинитовыми массивами и осложненной многочисленными нарушениями в широкой зоне крупных древних сбросов. Золотоносными являются две параллельные зоны смятия хлоритовых сланцев, расположенных в 2,5 км южнее согласно идущей полосы основных изверженных пород.

4. Кумакское месторождение входит в состав гнейсово-сланцевой протяженной толщи меридионального простирания. Рудные тела сложены кварцевыми жилами и вмещающими их серицит-хлоритовыми окварцованными золотоносными сланцами, залегающими рядом с параллельно идущей гранит-порфировой дайкой.

5. Группа кварцевых самородковых жил в экзоконтактовом поясе диоритового массива, осложненном надвиговым смятием разнородных пород (порфиритов, сланцев, серпентинитов, известняков). Удлиненное тело диорита расположено в осевой части брахисинклинали, в западном крыле которой проходит протяженный древний меридиональный разлом.

6. Рудная жила Невьянская Середовина залегает в тектоническом контакте порфирито-туфогенной толщи и скарвированного гранодиорита.

7. Джетыгорийское месторождение. Рудные жилы пересекают южную часть удлиненного гранит-порфирового тела, прорывающего серпентинитовую толщу с мелкими интрузивными телами и дайками. В южном контакте массива проходит сдвиговой разлом дорудного возраста.

8. Месторождение Степняк приурочено к диоритовому телу малого размера, внедрившемуся между скрещивающимися доинтрузивными разломами

во вмещающей деформированной складчатой зоне древней туфогенной толщи.

9. Месторождение Бестюбе расположено на площади древней туфопесчанниковой толщи, осложненной крутой складчатостью, включающей согласные удлиненные гранитоидные тела и дайки.

10. Берикольское месторождение, залегающее в сильно смятой метаморфизованной полосе эффузивных порфириров, в контактовой зоне между обширной толщей архейских известняков и диоритового массива. Рудная площадь рассечена согласно идущим доинтрузивным разломом и многими диабазовыми дайками послерудного возраста.

11. Центральное рудное поле, состоящее из нескольких разобщенных рудных участков, занимающих центральную и периферическую зоны крупного гранитоидного тела, рассеченных многочисленными диабазовыми дайками.

Следует особо отметить, что в строении всех перечисленных золоторудных месторождений присутствуют гранитоидные плутоны, генетическая связь с которыми не вызывает сомнения.

1. Роль глубинных разломов

Не менее важным фактором в строении золоторудных полей и месторождений, не всегда привлекавшим внимание исследователей-геологов, является присутствие крупных древних разломов доинтрузивного или дорудного возраста, образующихся в континентальных толщах, деформированных в период орогенических движений. Эти разломы служат первопричиной появления гранитоидных плутонов, а в последующие этапы развития тектогенеза вызывают образование трещин, часто пространственно и по времени сопряженных с ними, обычно используемых гидротермальными растворами для отложения руд. Таким образом, основные разломы являются рудоконтролирующими факторами, а в некоторых случаях и рудопроводящими каналами, причем оруденение в них присутствует обычно в виде прожилков вследствие слабой проницаемости межслоевых швов.

2. Условия образования рудных тел

Рудные тела приобретают различные плоскостные формы в зависимости от того, как образовались под воздействием определенно направленных напряжений заполняемые ими трещины — путем скола или разрыва. И в том и другом случае величина раскрытия трещин и характер ограничивающих поверхностей зависят от пространственной ориентировки элементов строения и степени податливости к разрыву боковых пород (зернисто-кристаллических, песчаных, пелитовых).

Процесс количественного и качественного минерального заполнения может быть очень сложным, о чем свидетельствуют следующие наблюдавшиеся автором структурные ситуации:

1. Полость однократного раскрытия трещины не сопровождалась повторными подвижками стенок ее и заполнялась однородным рудным материалом.

2. Заполнение происходило при наличии отслоев породы из висячего бока трещины, что обычно приводит к полному или частичному замещению их рудо-

носными растворами и обуславливает полосчатую текстуру и послойное различие состава и качества руды.

3. Повторные интерминерализационные подвижки стенок трещины приводят к отложению слоев различных минеральных агрегатов, часто значительно обогатенных ценными компонентами сульфидов и золота.

4. Трещина не получила сквозного раскрытия и на отдельных участках стенки ее сближены, что приводит к образованию линзовидно чередующихся или кулисовидно залегающих рудных слоев.

5. Разлом представлен довольно мощной полосой рассланцевания и смятия, и оруденению подвергались путем замещения отдельные слои, не смятые до глинки. В более стойких слоях, сохранивших следы элементов строения вмещающей породы (трещины отдельности гранитоидов, трещины делимости и кливажа туфогенно-осадочных пород), рудные слои плоско обрываются, создавая впечатление послерудного смещения.

6. Трещина имеет дорудное поперечное смещение и рудная жила получает ступенчатую форму, сохраняя полосчатую изогнутую текстуру.

7. В трещине извилистого ограничения на участках смыкания выпуклых частей стенок при подвижке создается глинистая пробка, непроницаемая для рудоносных растворов, и рудная жила тупо прекращается, создавая послерудное псевдосмещение.

8. Рудная жила, встречая на пути наклонную к ней трещину, проходит ее, теряя мощность.

9. Рудные жилы при подходе к тектоническому контакту вмещающего плутона с толщей осадочных пород дают Т- или Г-образные заливы по нему.

10. Особенно многообразны формы концов рудных жил при подходе к доинтрузивным или дорудным сместителям, а также к рассланцованным зонам. В зависимости от пространственного сопряжения их при подходе к ним жилы утоняются, тупо прекращаются или проникают в них обычно на коротком расстоянии, образуя флексурные односторонние или двусторонние загибы.

11. Рудные жилы, залегающие в складчатых континентальных породах, меняют свою мощность при пересечении замков крутых складок или утоняются и выклиниваются по плоскостям напластования.

12. Трещины послерудных смещений рудных жил или даек обычно заполняются брекчией или глиной пересечаемых пород.

Все перечисленные разновидности рудножилых форм отображены точными зарисовками (преимущественно фотоснимками) и иллюстрируются при описании нескольких месторождений, на которых представлялись наибольшие возможности фиксировать подобные структурные ситуации, а чтобы показать зависимость происхождения их от строения вмещающих пород для более крупных месторождений прилагаются геологические карты рудных площадей.

Описывая рудные структуры отдельного месторождения, автор посчитал уместным предварительно дать с методологической целью краткий очерк геологического изучения их и показать роль субъективных подходов со стороны исследователей различной квалификации, принимавших участие в этом деле. Известны многие случаи, когда консультации и экспертизы ограничивались трафаретными необоснованными выводами и предложениями, приводившими к затруднениям и даже материальному ущербу, что тормозило нормальное развитие предприятия.

II. Месторождение Степняк

1. Краткий очерк изучения рудного поля

Эксплуатация месторождения началась в 1922 г. силами старателей на двух наиболее продуктивных золоторудных жилах — Троицкой и Георгиевской, о чем свидетельствовали поверхностные признаки древних отработок монголами за много веков до н. э.

В 1927 г. начали закладку шахт на обеих жилах: «Валерьян» и «Феликс» на Георгиевской жиле и «Владимир», «Нартова» и «Август» на Троицкой жиле. Пункты заложения шахт были определены с учетом расположения древних отработок. В последующие годы эксплуатации месторождения эти шахты были погашены и заложены основные: шахта «Юбилей» на Троицкой жиле и шахта им. «Фрунзе» на Георгиевской.

Автор впервые ознакомился с месторождением в 1928 г., когда ему было поручено выяснить причину потери Георгиевской жилы, обрабатывавшейся пока шла углубка шахт в поверхностной зоне старательскими дудками и притом только с высоким содержанием золота, так как участки с меньшим содержанием считались невыгодными. Нетрудно было установить, что штрековый забой в старательской дудке дошел до кругой трещины послерудного смещения и что смещенная часть находится ниже. Установив это, автор предложил увеличить высоту штрека, после чего выяснилось, что пологопадающая рудная жила имеет ступенчатое строение, сопровождается в лежачем боку жилоподобной диоритовой породой и что та и другая секутся частыми трещинами послерудного возраста (см. рис. 4). Более поздней структурной документацией Георгиевской жилы было установлено, что сопутствующий ей диорит является не дайкой, а апофизой диоритового массива, находящегося западнее в непосредственной близости к жиле.

В последующее посещение рудника началась систематическая документация обеих жил в шахтных выработках в содружестве с организованным отделом геологоразведочной и маркшейдерской службы.

Были установлены основные структурные условия залегания и строения Георгиевской жилы в туфопесчаниковой толще и Троицкой жилы в диоритовом массиве, позволившие выявить исключительно благоприятные геолого-экономические перспективы выполнения производственной программы золотодобычи, быстро поднявшейся до 400%.

В 1930 г. автор принимал участие в комиссии, созданной в связи с увеличением программы золотодобычи и появившихся геологоструктурных осложнений в строении рудных жил при развитии шахтных выработок. После детального многодневного ознакомления с ними по всем действовавшим горизонтам были даны исчерпывающие ответы и разъяснения, сопровождавшиеся забойными зарисовками и фотоснимками. Было выяснено, что выклинивание южного конца Георгиевской жилы произошло вследствие скрещения с разломом доинтрузивного возраста, считавшегося ошибочно послерудным сместителем, а на северном конце — вследствие извилистой линии склонения жилы на юг, что в совокупности определяло клиновидное сужение в глубь продуктивного поля жилы (рис. 2). Ступенчатое строение Георгиевской жилы, затруднявшее продвижение забоев по простиранию и падению, а также пятнистое резкое

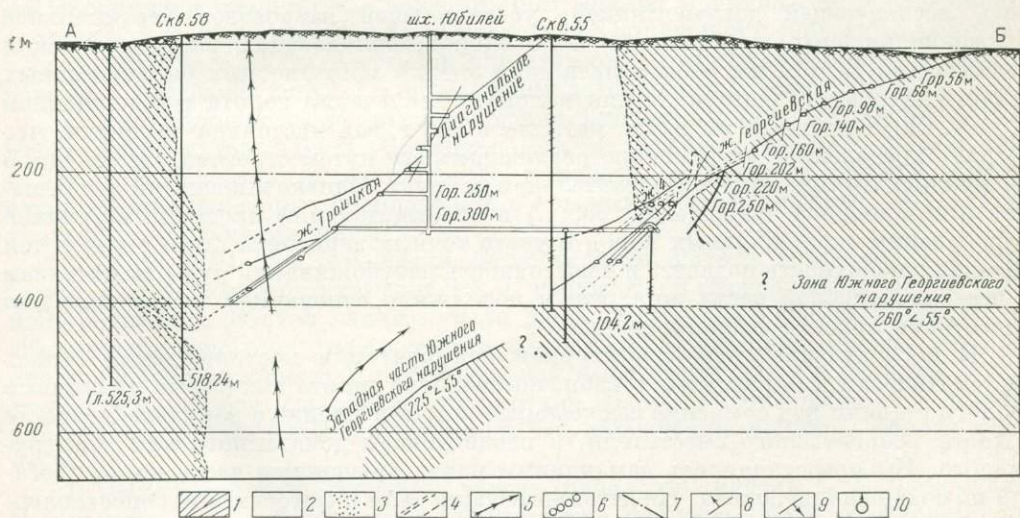
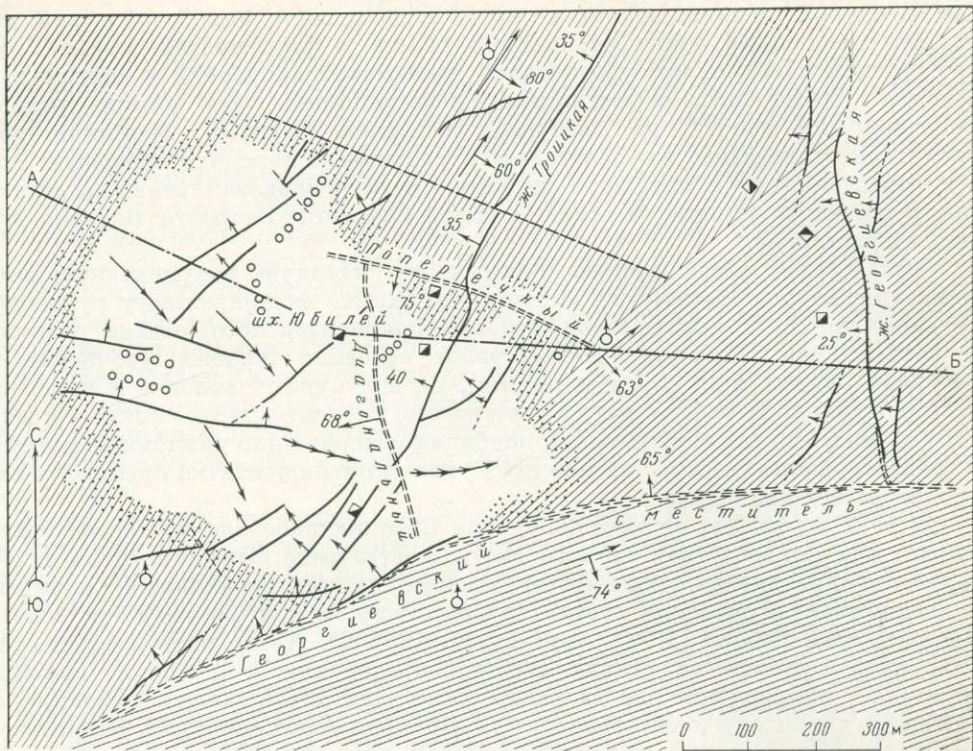


Рис. 2. Геологическая карта и вертикальный разрез месторождения Степанк. По Н. А. Морозову и А. П. Смолину.

1 — туфопесчаники; 2 — кварцевый диорит; 3 — контактовые роговики диорита; 4 — дорудные сместители; 5 — линии течения магмы; 6 — дайки; 7 — линия разреза; 8 — рудные жилы; 9 — элементы залегания туфопесчаников; 10 — опорные триангуляционные пункты (по А. П. Смолину)

повышение содержания золота в ней было объяснено ромбоэдрической делимостью вмещающей туфопесчаниковой толщи и ступенчатой формой рудопроводящих каналов, что убедительно доказывали зарисовки и вертикальные разрезы. Кроме того, несомненным представлялось, что резкое различие в содержании золота на северном и южном флангах Троицкой жилы происходит вследствие их залегания в различных породах: северный фланг в туфопесчаниках, а южный в диорите, от чего зависели величина раскрытия рудоносных трещин, а также состав и снижение скорости подъема рудоносных растворов.

Так начали вести систематическую структурную документацию месторождения, сопровождавшуюся консультациями по возникавшим у руководства предприятия и у сотрудников геолого-маркшейдерского отдела вопросам: по составлению плана разведочных работ, особенно буровых, уточнению взаимосвязи рудных жил со сместителями, оценке рудных запасов и перспектив месторождения. В работе всегда участвовали студенты-дипломники — ученики автора, повышая тем самым опыт и подбирая материал для дипломных проектов. В этом отношении месторождение представляло исключительно ценный учебно-производственный объект.

С 1932 по 1935 г. на месторождении Степняк работала исследовательская партия под руководством геолога М. Н. Альтгаузена. Отчет по этим работам включает описание геологии месторождения Степняк и района, а также минералогические определения состава рудных жил, в чем заключается основная ценность этой работы (М. Н. Альтгаузен, 1935 г.). Автор работы высказывает свои представления об этапах трещинообразования и довольно правильно определяет направление действовавших сил давления с запада на восток, сменившееся якобы затем на северное (?). Объясняя ступенчатость Георгиевской жилы, он определяет ее как результат скользящих надвигов, что не подтвердилось последующей документацией, установившей взбросовое вертикальное движение висячих туфопесчаниковых блоков, обладающих ромбоэдрической делимостью. В этой же работе была дана оценка золотоносных околожильных пород как рудного материала для валового извлечения золота с содержанием 1,5 г/т. Подсчитанный им запас металла в 300 т был настолько заманчив, что создал определенное устремление реализовать его путем строительства мощной американского типа золотоизвлекательной фабрики. Однако вызванный для решения этого вопроса автор (май 1935 г.) после тщательной проверки журналов опробования околожильных пород и учета точных зарисовок форм рудных тел доказал ошибочность подсчета и невыходность разубоживания руды включением в нее зальбандовой части жил, что и послужило основанием к прекращению подготовки проекта фабрики-гиганта.

В последующие годы структурная документация месторождения велась систематически и оправдывала себя, но несмотря на это некоторые рудничные геологи ставили под сомнение высказанное автором мнение о дорудном возрасте южного Георгиевского сместителя, в последующем доказанного как доинтрузивного. Им представлялось заманчивым найти смещенную часть жилы, богатой по содержанию золота. Но детальные зарисовки и фотоснимки, сопоставленные с действительной структурной ситуацией при совместном посещении забоев, а также дополнительно проведенные рассечки за сместитель, не обнаружившие продолжения жилы, а только сложное прожилковое оруденение в зоне, при-

вели к разрешению спора, а главное к прекращению ненужных проходок поисковых скважин (см. рис. 20, 21).

Наряду с этим усиливались опасения за рудные запасы, снижавшиеся с углублением работ по Георгиевской жиле вследствие сужения рудного клина, направленного острием вниз и ограниченного с юга прямолинейным доинтрузивным разломом, а с севера извилистой линией склонения (выклинивания) на юг. Это заставило руководство рудника переключить внимание на Троицкую жилу, которая в тот момент по запасам кондиционной руды на ближайшие годы не внушала опасений. Однако плановое содержание золота в руде в некоторых фланговых блоках не оправдалось вследствие снижения степени мобильности рудоносных трещин при подходе к контактовой зоне вмещающего диорита с туфопесчаниками. Во избежание нарушения баланса запасов кондиционной руды, необходимых для выполнения плана золотодобычи, было рекомендовано углубить главную шахту Юбилей на Троицкой жиле до 300 м и соединить ее квершлагом на этом горизонте с Георгиевской жилой. Тогда же был составлен проект буровой разведки с целью установления положения намеченных структурных обрывов по флангам жил, а также глубины распространения промышленного рудного поля.

Осенью 1936 г. автор вновь посетил месторождение Степняк в связи с составлением плана по эксплуатации и геологоразведочным работам на 1937 г. Наиболее спорным вопросом было поведение северного крыла Троицкой жилы. Детальный осмотр подземных работ подтвердил высказанное прежде мнение о наличии склонения на юг этого крыла жилы, а также о выклинивании и обеднении на всех горизонтах северного и южного концов при выходе их из диоритового массива в туфопесчаниковую толщу (см. рис. 2).

В 1937 г. геометризацией Троицкой жилы занимался ЦНИМБ (Свердловский отдел центрального научно-исследовательского маркшейдерского бюро), построивший в изолиниях лежащий бок жилы, мощность ее и содержание золота. К сожалению, работа была проведена с допущением серьезных дефектов, в результате чего не было установлено взаимных сопряжений жилы со сместителями и допущены ошибки в определении содержания золота.

В последующие годы месторождение Степняк посещали преподаватели московских вузов (Б. Л. Степанов, В. М. Крейтер и др.). Посещение проф. В. М. Крейтера в сентябре 1939 г. нашло отражение в краткой записке с изложением некоторых соображений «О структуре и перспективах оруденения участка расположения жил».

В 1939 и 1940 г. месторождение Степняк вновь посетил профессор Б. Л. Степанов, оставивший краткую записку «О структуре и перспективах оруденения» месторождения. В этой записке была дана структурная схема, которую сам автор считал необходимым проверить и уточнить. Предложив в первое посещение эллипсоид деформации, определяющей тип трещин скола и разрыва, с ориентацией малой оси (сжатия) в направлении СВ — ЮЗ, он при втором посещении изменяет ориентацию эллипсоида без объяснения причины такого изменения.

В 1939 г. рудную площадь изучал начальник партии С. Г. Файзуллин. Результаты этой работы имеют несомненную ценность, хотя со многими его взглядами и выводами согласиться нельзя, так как они противоречат наблюдавшимся фактам. Им собран большой материал, но при отсутствии должного

контакта с геологами рудника и треста и, очевидно, обработанный без должной консультации с авторитетными лицами, знакомыми с месторождением. Стремление ограничиться только собственной графикой без учета уже оправдавшей себя документации структурных элементов рудного поля (зарисовки и фотографии рудных тел, нарушений) привело этого автора к неправильным представлениям о роли структурных факторов в строении месторождения и, как следствие этого, к ошибочным оценкам и рекомендациям производственно-экономического порядка. О них подробно было рассказано в нашей работе 1947—1949 гг., здесь же упоминаются только наиболее существенные:

1. Зарисовки стенок и забоев штреков слишком прямолинейны, без микро-деталей, и в некоторых случаях ошибочно фиксируют сложное первичное расслоение рудных жил как послерудное надвиговое перемещение их.

2. В зарисовках нарушений различного возраста не учитывались признаки движений и не определялось направление относительного перемещения стенок трещин.

3. Замеры трещин ромбоэдрической делимости туфопесчаниковой толщи, вмещающей Георгиевскую жилу, не производились, хотя они являются основной причиной ступенчатого строения ее, неправильно определяемого надвиговым движением. Также не было обращено должного внимания на блоковое расчленение многочисленными мобильными разновозрастными трещинами диоритового массива, вмещающего главную Троицкую жилу и серию мелких.

4. В предлагаемых диаграммах-сетках Шмидта нанесено большое количество замеров трещин, относимых к доинтрузивным, жильным и интерминерализационным. Эти замеры дают представление о пространственной ориентировке всех категорий трещин, но они полностью не учитывают возраст, минерализацию, движения в туфопесчаниковой толще и в диоритовом массиве.

5. Особое внимание уделено построению двух эллипсоидов деформации, отражающих, по мнению автора, смену направлений давлений, испытывавшихся туфопесчаниками и диоритовым массивом. Однако это положительное устремление не дало нужного результата, так как подбор трещин производился без учета их типа, возраста и признаков мобильности.

6. Правильно оценивая в общем пространственном структурном каркасе рудного поля важное значение южного Георгиевского разлома и отмечая, что он является границей между диоритовым массивом и туфопесчаниковой толщей, автор полагал, что это нарушение как постинтрузивное срезает южную часть массива, которая «видимо приподнята не менее как на 300 м». Видеть подобное явление было невозможно, так как нарушение по возрасту в действительности является доинтрузивным, что доказывается характером контакта и наличием в нем недеформированной рудной жилы, а также быстрым затуханием разлома в концах его на протяжении всего лишь нескольких сотен метров. Все это совершенно исключает указанное поднятие диоритового массива, тем более что какие-либо признаки его отсутствуют.

7. Журнал опробования рудных жил не изучался, иначе не было бы высказано следующее неправильное утверждение: «снижения содержания золота в первичных сульфидных рудах, по сравнению с окисленными, не наблюдается».

8. Совершенно непонятно также следующее утверждение по Георгиевской жиле: «нет оснований полагать, что в скором будущем иссякнут запасы руды»,

так как жилы нижних горизонтов имеют склонность к увеличению протяженности». В данном случае не были учтены указания, что жила расщепляется и при входе в диоритовый массив ее ветви имеют тенденцию выклиниваться.

9. Правильно отмечая, что нарушения рудных жил обуславливают повышенное содержание золота в них, дается следующий неубедительный глубинный прогноз: «нет оснований, что структуры рудных тел, являющиеся ведущим фактором в распределении золота, значительно изменятся ниже разрабатываемых горизонтов» и поэтому «золотоносность, видимо, останется такой же, какая она есть в ныне вскрытых» горизонтах. В данном случае внимательное наблюдение мобильности рудоносных трещин, особенно в концах их, установило бы явное затухание движений их и тем самым предостерегло бы от дачи такого заключения.

С окончанием этой работы С. Г. Файзуллина летом 1940 г. совпало посещение месторождения Степняк проф. В. М. Крейтером. Результатом его пребывания, очевидно, следует считать доклад, сделанный им на производственно-геологической конференции, однако без приведения каких-либо личных структурных наблюдений, исправляющих ошибочную документацию рудничных геологов.

На конференции развернулась широкая дискуссия по оценке перспектив рудного поля и, в частности, о поведении Троицкой и Георгиевской жил, но в общем мнения были единогласными и совпадали с нашими установками, данными еще в 1935 и 1936 гг. В принятой резолюции были отмечены определенно намечавшиеся признаки сокращения рудных запасов по Троицкой жиле и трудности в подготовке глубоких горизонтов ее, причем перспективы Георгиевской жилы уже не обсуждались, ввиду явной бесперспективности нижних горизонтов, на которых шло быстрое сокращение рудного клина между южным нарушением и линией склонения северного крыла ее.

Автору было поручено дать заключение о структуре и перспективах месторождения. Такое ответственное задание потребовало значительного времени. Был проанализирован имеющийся материал и получен новый. Собранный материал сопровождался обширной графо-фотодокументацией, соответствующим образом обработанной и оформленной в 1947—1949 гг.

Большинство наиболее типичных структурных зарисовок и фотоснимков подземных забоев, в некоторых случаях ошибочно документированных геологами различной квалификации, заимствованы из упомянутой работы и включены нами в описание. Предшествующий же ему очерк этапов изучения месторождения Степняк преследует цель показать, к каким осложнениям в геологическом и производственном освоении рудного месторождения приводят кратковременные посещения, спешное ознакомление с его строением и экономикой со стороны специалистов, привлекавшихся для решения затруднений, естественно возникавших иногда в жизни предприятий.

2 Строение рудного поля

Т у ф о п е с ч а н и к и. Большую часть рудного поля занимают туфогенно-осадочные породы, представленные в основном туфогенными полимиктовыми песчаниками, местами с прослоями сланцев и плагиоклаз-амфиболитового

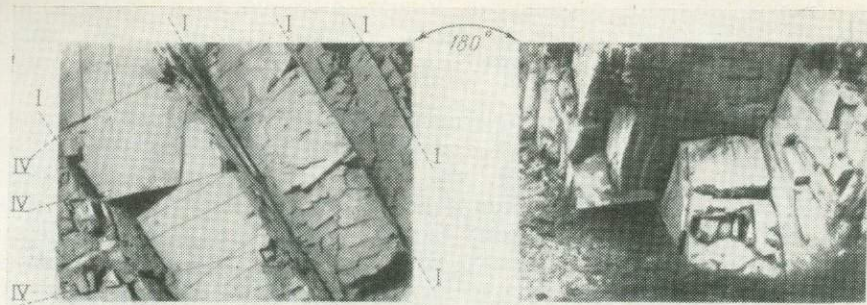


Рис. 3. Строение туфопесчанниковой толщи, вмещающей Георгиевскую рудную жилу месторождения Степняк.

I — трещины слоистости ($33^\circ \angle 63^\circ$); *II* — трещины кливажа вкрест слоистости ($285^\circ \angle 80^\circ$); *III* — трещины кливажа с обратным падением к предыдущим ($110^\circ \angle 86^\circ$); *IV* — трещины кливажа полого ($225^\circ \angle 18-30^\circ$). Противоположные параллельные стенки рудовозного тоннеля (З—В). Георгиевская жила Δ сечет толщу ($180^\circ \angle 25^\circ$). Георгиевский сместитель сечет толщу ($270^\circ \angle 65^\circ$), см. рис. 2.

порфирита. В восточной части рудничной площади они простираются в северо-восточном направлении с крутым падением на восток, а в западной части эти элементы залегания не выдерживаются вследствие наличия осложненных складок (см. рис. 2). Возраст их определен как верхнеордовикский (Корейшо) или карадокский (Т. М. Дембо). Особенно хорошо наблюдается строение толщи в стенках рудовозного тоннеля, режущего холмик в широтном направлении. Вследствие выветривания здесь четко проявляются плоскости слоистости и три системы кливажа, определяющие в совокупности ромбоэдрическую делимость, послужившую причиной ступенчатости Георгиевской рудной жилы, секущей толщу в меридиональном направлении (рис. 3).

Все породы туфопесчаной толщи в контакте с диоритовым массивом ороговикованы, причем зона ороговикования чрезвычайно неравномерна — от нескольких метров до десятков метров с постепенным затуханием при удалении от диорита.

Диоритовый массив размером 800×500 м округлой формы с крутыми контактами и двумя заливами на северо-восток и юго-восток представляет самую малую форму из степнякской группы и между тем наиболее богатую промышленными жилами. Возраст его как представителя степнякского интрузивного комплекса устанавливается в пределах среднего и верхнего девона (Ю. А. Билибин, 1940 г.).

Петрографический состав массива изменяется от кварцевого диорита в контактовой зоне до габбро-диорита в центральной части, т. е. противоположен принятым представлениям о положении кристаллизационных фаций интрузивных пород. Как показали определения под микроскопом, большая кислотность наблюдается в периферической части диорита и повышенная основность в центре его. Это явление может быть объяснено тем, что в периферической части массива, при меньшей скорости движения глубинных порций магмы по сравнению с центральной частью, должно было происходить обогащение кремнеземом за счет вмещающей туфогенно-песчанниковой толщи, которая, судя по химическим анализам, более богата кремнеземом.

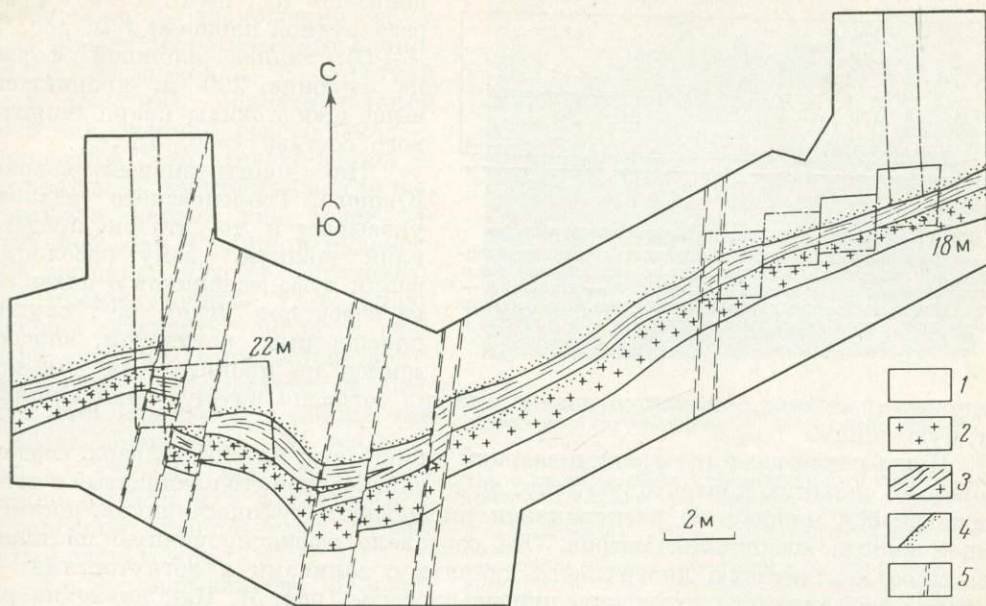


Рис. 4. Апофиза диорита в первичном разломе Георгиевской рудной жилы.

1 — туфопесчанник; 2 — апофиза кварцевого диорита; 3 — рудная жила; 4 — гидротермально измененный туфопесчанник; 5 — послерудные смещения. Первая старательская вскрыша жилы в 1928 г., месторождение Стеньяк

Текстура диорита разнообразна: полосчатая, порфировидная и пятнистая. Границы между лейкократовыми и меланократовыми полосами, иногда резкие и прямолинейные, что принималось за ограничение в различной степени ассимилированных диоритовой магмой пластов вмещающей толщи (С. Г. Файзуллин, 1940 г.). Судя по наблюдавшимся явно выраженным линиям истечения магмы в направлении от северо-западной стороны к центру и к восточной границе массива, способ мобилизации его был интрузивным со стадийным поглощением вмещающей толщи. На наличие глубинного магматического очага указывает и присутствие многочисленных даек, пересекающих массив в самых различных направлениях.

Причиной, вызвавшей диоритовую интрузию, были две тектонические спазмы, проявившиеся последовательно под воздействием стресса северо-западного — юго-восточного направления, вызвавшего складкообразование туфогенно-песчанниковой толщи, а затем разломы, расчленившие ее на блоки клинообразной формы. Это разлом, ограничивающий диоритовый массив с юга, названный Южным Георгиевским сместителем, и два разлома, ограничивающие массив с севера, из которых ближайший к нему назван Поперечным.

Доинтрузивный возраст их, как показывает документация, достаточно убедителен. Ограничиваемый ими клин туфопесчанниковой толщи, сужающийся на восток и тектонически сильно ослабленный, послужил вместилищем диоритового массива. Кроме того, произошло проникновение магматического расплава в первичный разлом Георгиевской рудной жилы с образованием, как

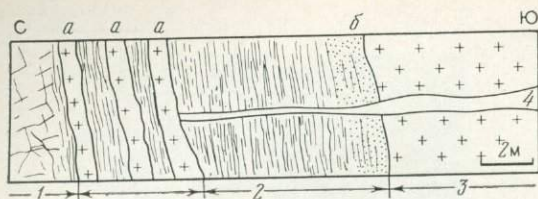


Рис. 5. Зона поперечного доинтрузивного разлома — туфопесчанники; 2 — рассланцованная зона туфопесчанников с согласно секущими апофизами диорита (а) и ороговикованная в контакте с ним (б); 3 — диорит; 4 — рудная жила. Троицкая жила месторождения Степняк между шахтами «Владимир» и «Проخورова». Горизонт 26 м

ритового расплава, и только позже вместил согласно идущую маломощную рудную жилу.

Поперечный разлом, ограничивающий диоритовый массив с севера, создает довольно сложную контактовую зону: он то плоскостной, то извилистый с перемежающейся мощностью рассланцовки вмещающих туфопесчанников, достигающей иногда нескольких метров. Это создавало зафиксированную на плане сложную контактовую поверхность диорита с заливами и вогнутостями, от которой местами отходят междуслойные апофизы (рис. 5). Как видно на рисунке, при подходе к одному из таких участков Троицкая жила утонилась и была срезана пострудным смещением в контакте диоритовой апофизы с рассланцованным туфопесчанником.

Как только апикальная часть интрузива закристаллизовалась и стала быстро остывать, начали проявляться многочисленные трещины отдельности самой различной пространственной ориентировки, ни в какой мере не подчиняющиеся правилу Клооса, но особенно обильные по периферии и в выступах массива. Начавшееся сокращение объема вызвало появление коротких узких трещин, также дезориентированных, заполнявшихся исключительно дериватами первичной магмы, причем самого разнообразного состава (мелкозернистый гранит, гранит-аплит, диоритовый порфирит, микродиорит). Подобная же дезориентация захватила и многочисленные появившиеся вслед за предыдущими малопродуктивные рудоносные трещины, за исключением, несомненно, более поздней, самой мощной и протяженной Троицкой жилы, залегающей северной половиной в туфопесчанниковой толще.

Чтобы выяснить причину такой трещинной ситуации, севернее главной шахты Юбилей был заложен карьер, установивший очень сложное расчленение диоритового массива на блоки параллелепипедальной формы (рис. 6). Блоки ограничиваются мобильными взаимно пересекающимися трещинами, залеченными по существу теми же дериватами, что и упомянутые жильные породы, или с зальбандами, обогащенными розовым ортоклазом с примазками эпидота. Такое строение диоритового массива, конечно, не могло не повлиять на характер главной Троицкой рудоносной трещины, появившейся в результате более поздней тектонической спазмы прежнего северо-западного — юго-восточного направления. Суждения о том, к какому типу следует отнести Троицкую рудоносную трещину, как указано в предыдущем разделе, были разноречивы и осно-

показано на вертикальном разрезе рудной площадки (см. рис. 2, А—В), залива сложной формы на глубине 200 м, проникшего выше в виде жилы кварц-диоритового состава (рис. 4).

На доинтрузивный возраст Южного Георгиевского разлома указывает и то, что он, представляя мощную зону рассланцевания туфопесчанников с падением на север под углом 65° , служит плоскостным контактом, оказавшимся не проницаемым для диоритового расплава, и только позже вместил согласно идущую маломощную рудную жилу.

вывались на отождествлении пространственного положения ее с элементами теоретического эллипсоида деформации с короткой осью (сжатия), ориентированной то в направлении северо-запад — юго-восток, то северо-восток — юго-запад. В действительности же, учитывая первое как более доказуемое, тип Троицкой рудоносной трещины следует определять как промежуточный, т. е. включающий элементы скола и разрыва, что подтверждается документацией морфологических особенностей как самой трещины, так и форм, вмещаемых ею жильно-рудных тел. То же определение можно отнести и к Георгиевской рудоносной трещине с ее ступенчатым раскрытием.

Такое anomальное явление в строении рудного поля, по нашему мнению, объясняется формой клина туфопесчаников, освобожденного с юга и севера, как уже отмечалось, и двигавшегося на восток по типу взброса. С этим согласуется и то, что южные половины обеих рудоносных трещин, входящие в контур клина, получили наибольшее раскрытие с отложением руды, наиболее богато минерализованной сульфидами и золотом (см. рис. 2).

Предложенная структурная концепция как нельзя лучше подходит к объяснению на первый взгляд парадоксального явления: Троицкая рудоносная трещина, находясь до глубины 400 м в диорите, при подходе к контакту с туфопесчаниками прекращается, а Георгиевская рудоносная трещина, наоборот, проходя в туфопесчаниках, на той же глубине расщепляется и выклинивается, проникая в диорит. Естественно поэтому заключить, что блок толщи пород [мощностью в 400 м, включающий расширенную часть диоритового интрузива,



Рис. 6. Система мобильных трещин, расчленяющих Степяжский рудомещающий диоритовый массив на блоки.

1 — трещина ($190^\circ \angle 65^\circ$), заполненная розовым гранитом и прослоем кварца, цементирующего штрихи скольжения по падению; 2 — трещина ($150^\circ \angle 90^\circ$) с вертикальными штрихами скольжения сечется трещиной 3; 3 — трещина ($83^\circ \angle 90^\circ$) с рассланцовкой сечется трещиной 1; 4 — трещина ($260^\circ \angle 67^\circ$) с залбандами, обогащенными розовым ортоклазом и с примазками эпидота на стенках; 5 — трещина ($205^\circ \angle 12^\circ$), залеченная гранитом, проникшим из трещины 1, как и трещина 6 ($178^\circ \angle 78^\circ$); а — а — кварц-полевощатовый прожилок. Карьер севернее шахты Юбилей, в зоне Троицкой рудной жилы

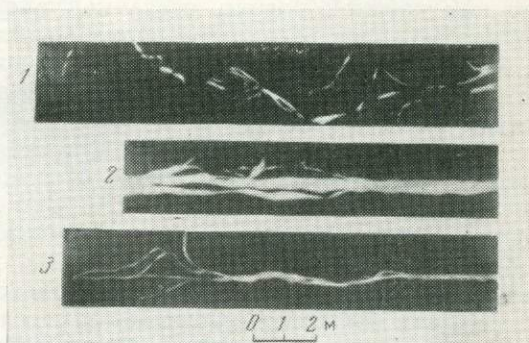


Рис. 7. Формы жилы в зависимости от интенсивности движения в плоскости первичной трещины.

1 — участок плоского пробливания при отсутствии сквозной трещины; 2 — участок центральной части жилы, заполнившей трещину разверзания в смятой породе; 3 — участок флангового выклинивания жилы вследствие прекращения движения по трещине. Троицкая рудная жила на горизонте 350 м, месторождение Степяж

как наиболее тектонически ослабленный, смещался на восток путем взбросанадвига, чему способствовало и встречное падение обеих рудоносных трещин (см. рис. 2, А—В). Как отразилось подобное крупноблоковое движение на формах и вмещаемых ими жильнорудных тел показывают приведенные ниже зарисовки и фотоснимки по Троицкой и Георгиевской жилам.

Морфология Троицкой жилы. Отдельные участки висячего блока при указанном способе образования первичной трещины двигались неравномерно в зависимости от степени монолитности или раздробления, вследствие чего раскрытие ее менялось и в соответствии с этим изменялась и форма рудной жилы (рис. 7). На верхней зарисовке (1) показано оруденение на участке неправильного расслоения диорита при отсутствии сквозной трещины; на средней зарисовке (2) — оруденение в центре жилы, где было увеличенное раскрытие трещины при значительной подвижке висячего блока; на нижней зарисовке (3) — участок флангового выклинивания жилы вследствие затухания движения в трещине.

При затухании движения на флангах рудоносных трещин происходит не только выклинивание рудной жилы, но и обеднение ее сульфидами и золотом. Кроме того, почти полностью прекращается метасоматическое замещение рудными растворами отслоев и ксенолитов боковой породы (рис. 8).

При движении висячего блока в некоторых его участках образуется значительной мощности рассланцованный слой породы с частичным раскрытием полостей. Рудоносные растворы, заполняя полости, одновременно замещают отстой породы, в результате чего образуется сложная форма рудного тела, различающегося по составу и ценности минерализации (рис. 9). Такой участок был задокументирован рудничным геологом (верхний рисунок), изобразившим его как двойной надвиг, тогда как нижний комбинированный фоторисунок полностью опровергает допущенную ошибку. В действительности рудные слои 1, 2, 3 не были надвинуты. Послерудные межпластовые микроскольжения происходили слоями 1 и 2, но их не было в лежачем боку, в противном случае прожилки 4 был бы срезан.

Случай наращивания мощности жилы путем трехкратного заполнения трещины показывает следующий фоторисунок (рис. 10). Наиболее ранними являются слои рудного кварца (1, 2, 3) в слое боковой породы (А). Затем отложился путем замещения волнистослоистой боковой породы мощный рудный слой В с сульфидной минерализацией *a*. Наконец, полость раскрытия в висячем боку (В') была заполнена слабозолотоносным кварцем.

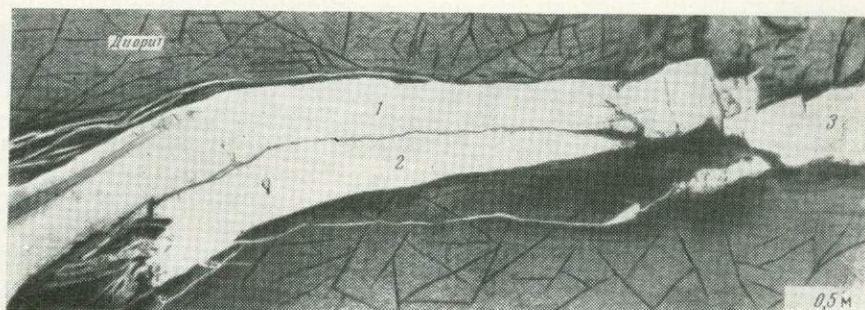
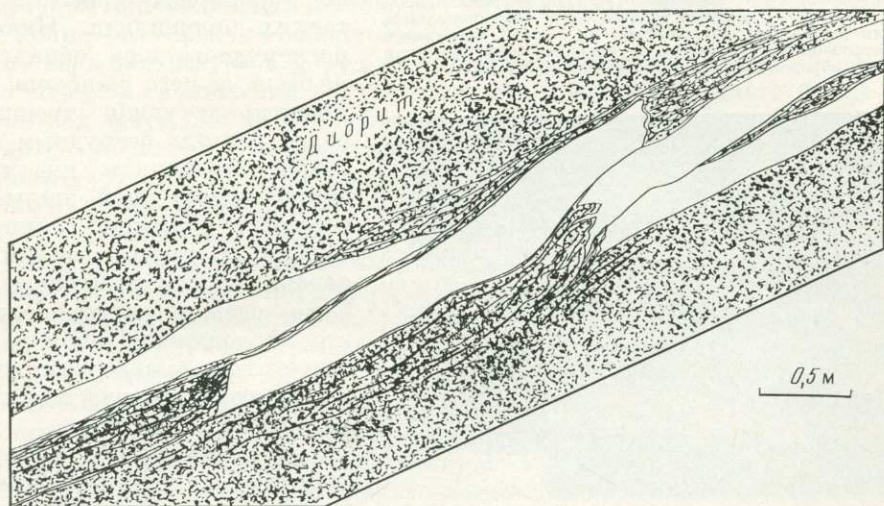
Рудная жила формировалась в рассланцованной зоне диорита с оруденением в раздельных слоях (рис. 11), неравномерно смятых (1—5). Концы слоев 1 и 2 имеют линейные поперечные ограничения в притыке с реликтами трещин отдельности, но перекрываются верхними слоями (3, 4, 5), что ясно доказывает отсутствие послерудных срезов. В висячем боку более ранние кварц-карбонатные безрудные прожилки срезаются послерудными подвижками в висячем контакте общего оруденелого блока.

Рассланцованная зона, микрожилкованная более ранним безрудным кварцем, в последующем имела ступенчатый разлом, заполненный рудным кварцем (рис. 12). Отсутствие кажущегося послерудного смещения доказывается полосками сульфидной минерализации, заходящими в промежуток, нарушенный послерудной подвижкой, по крутым трещинкам (*a*).

Рис. 8. Рудная жила перед полным затуханием вмещающей трещины (через 10—15 м) в диорите. Ксенолиты его в жиле угловатые, неизменены, расщановка стенок, как и подвигка, незначительна. Сульфиды отсутствуют, золотоносность кварца-следы. Троицкая жила месторождения Степняк, конечный забой штрека на горизонте 210 м. Рисунок-копия по фото



Рис. 9. Один и тот же участок рудной жилы показан в зарисовке рудничного геолога (верхний) и в комбинационном фоторисунке автора, устанавливающем неправдоподобность показанных надвигов. Троицкая жила на горизонте 325 м. Месторождение Степняк



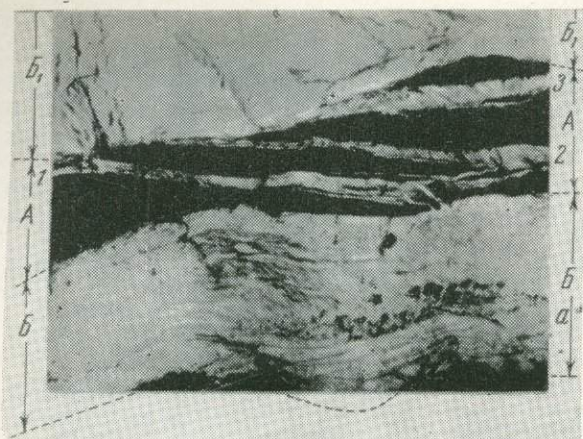


Рис. 10. Трехкратное наращивание рудной жилы в следующем порядке: А — слой боковой породы с тремя прожилками (1, 2, 3); В — мощный рудный слой, образовавшийся путем замещения боковой породы; В' — слой безрудного кварца, отложенный в полости висячем боку. Троицкая жила, горизонт 325 м. Месторождение Степняк

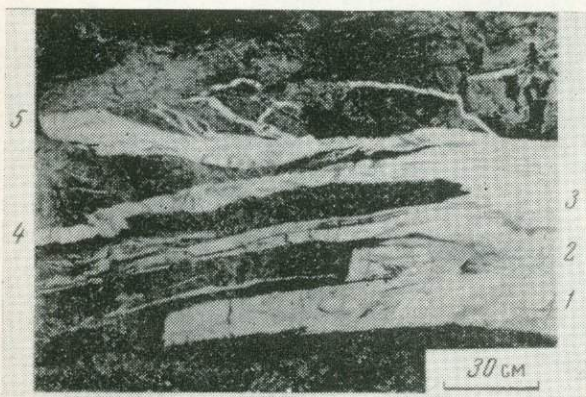


Рис. 11. Формирование жилы в зоне расщепления в виде отдельных (1—5) слоев, некоторые из них прекращаются в притыке с реликтами трещин отдельности (1—2), создавая впечатление послерудных смещений. Троицкая жила, горизонт 325 м. Месторождение Степняк

скрещивается с расщепленной зоной доинтрузивного нарушения (см. рис. 5).

Совершенно иначе происходит скрещение с тектоническим контактом вмещающего диорита с туфопесчаниковой толщей (рис. 14). Здесь рудная жила 2 как бы тупо срезается послерудной подвижкой мобильным глинистым швом 1 с перемещением по нему рудного отторженца 3. Но отсутствие рудной брекчии по шву, а также небрекчированная форма последнего, отложившегося

Случай поведения жилы, вызвавший временную задержку в отбойке богатой руды, потребовал для его разрешения присутствия автора. Рудничный геолог сообщил, что жила, дойдя до послерудного смещения, исчезла. Совместный осмотр и фотоснимок (рис. 13) позволили быстро ликвидировать недоразумение. Тупое окончание жилы 2 произошло на участке, где выпуклая часть висячего блока в результате подвижки была сильно смята, что и затруднило продвижение рудоотложения, однако проникшего в него в виде тонких прожилков. Никакого послерудного шва обнаружено не было, за него ошибочно была принята дорудная трещина с более ранним безрудным кварцевым прожилком под тупым окончанием рудной жилы. Поскольку подобной глинистой пробки в другом сечении по падению жилы не наблюдалось, было сделано предположение, что продолжение забоя должно встретить нормальную мощность жилы, что и подтвердилось примерно через 6—7 м.

В скрещении с контактом диорита с туфопесчаниковой толщей в зависимости от строения последней (наклон слоистости, степень смятия) рудная жила принимает самые различные формы. Один из таких случаев уже описан, когда жила

благодаря проникновению рудоносных растворов по трещине, соединяющей его с основной частью жилы, свидетельствуют в пользу отсутствия послерудного смещения. Оно было по контактовому шву, но уже после зафиксированной рудной ситуации.

С фотографической точностью сделан рисунок скрещения рудной жилы с Поперечным широтным сместителем доинтрузивного возраста (рис. 15). Жила состоит из двух ветвей (2 и 3), из которых верхняя (3) как бы срезается послерудным смещением, нижняя же (2) делает Г-образный залив (а, б, в) в плоскости сместителя (I—II), причем сохранность параллельной сульфидной минерализации и утоненного конца без брекчирования бесспорно свидетельствуют о дорудном возрасте сместителя. Как показало изучение штрихов скольжения в плоскости его, смещение рудного блока происходило под углом 30° на юго-восток, а противоположного на северо-запад, что находится в полном соответствии с движением массивного клина пород, являющегося, как уже отмечено, первопричиной образования главных первичных разломов Троицкой и Георгиевской жил.

Морфология Георгиевской жилы. На формы рудных тел этой жилы и на сопутствующие им смещения дорудного и послерудного возраста наложило особый отпечаток складчатое строение вмещающей туфопесчаниковой толщи, особенно ромбоэдрическая делимость ее, созданная сочетанием трещин по слоистости и кливажа трех систем. Эта делимость как элемент прототектонической ослабленности толщи содействовала взбросо-сдвиговому смещению всякого блока рудоносной трещины, в результате которого рудная жила получила ступенчатое строение, особенно резко выраженное в верхних горизонтах (рис. 16). На рисунке отмечены пологие трещины кливажа, заключающие рудные ступени 1—4, секущие круто падающие трещины слоистости, которые послужили звеньями, соединяющими ступени А, Б, В, причем проницаемость их для восходящих рудоносных растворов в различных сечениях по падению жилы была неодинакова, что обуславливало сплошность или перерывы. Высота ступенек сильно варьирует в отдельных участках в зависимости от величины взбросового поднятия того или другого всякого блока из числа тех, на которые разбита туфопесчаниковая толща при движении ее на восток по линии падения жилы. Деление жилы на ступени во всех случаях принималось некоторыми рудничными документаторами за результат послерудных смещений, что обосновывалось присутствием рудной брекчии, появлявшейся в некоторых пунктах в результате возобновлявшихся послерудных микроподвижек.

Несколько разновидностей ступенчатости рудной жилы показаны зарисовками на различных горизонтах (рис. 17). Фигуры 1, 4, 5, на которых пологие рудные ступени соединяются крутыми проводниками без брекчирования, явно

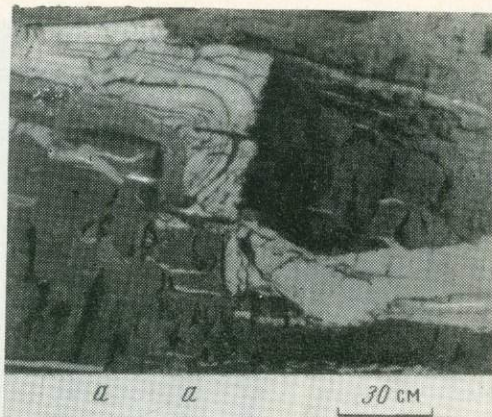


Рис. 12. Форма жилы в коленчатом разломе дорудного возраста с послерудным микросмещением (а). Троицкая жила, горизонт 350 м. Месторождение Степняк

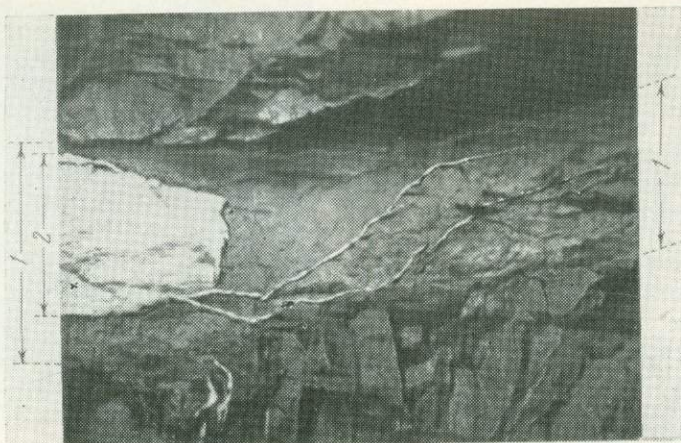


Рис. 13. Тупое окончание рудной жилы (2) при встрече оглиненного слоя (1) вмещающей породы, ошибочно принятое за послерудное смещение. Южный штрек по Троицкой жиле на горизонте 150 м. Месторождение Стеняк

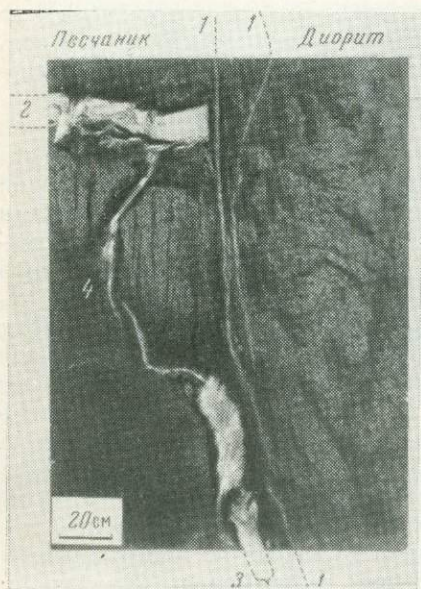


Рис. 14. Скрещение рудной жилы (2) с тектоническим контактом (1) вмещающего диорита с туфопесчаниковой толщей с образованием рудного отторженца (3) при отсутствии послерудного смещения (4 — рудный проводник). Троицкая жила, горизонт 175 м, северный штрек. Месторождение Стеняк

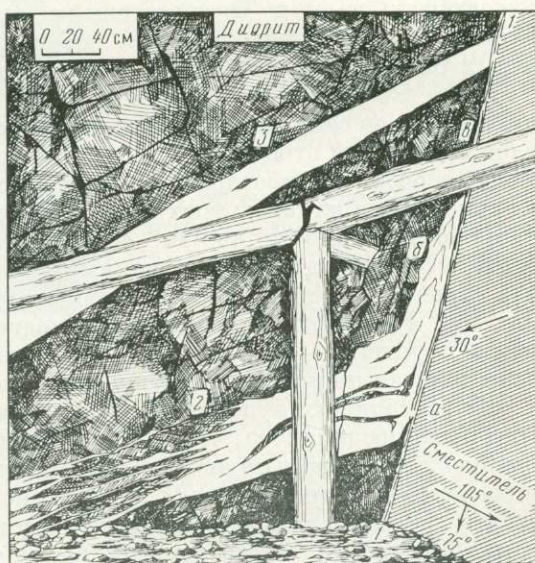
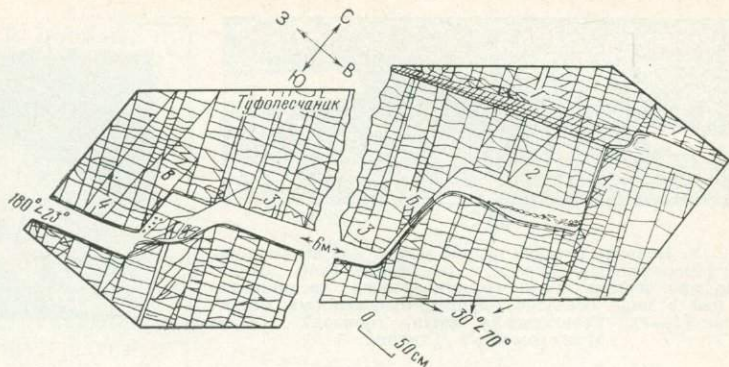


Рис. 15. Характер скрещения рудной жилы с поперечным доитрузивным сместителем.

1 — линия скрещения; 2—3 — две ветви рудной жилы, из которых верхняя (3) как бы срезаема послерудным смещением, а нижняя (2) делает залив, сохраняя полосчатость минерализации (а, б) и ненарушенный утоненный конец (в), в общем устанавливая дорудный возраст смещения. Троицкая жила, горизонт 135 м. Месторождение Стеняк

Рис. 16. Пример ступенчатого строения рудной жилы, образовавшейся путем взброса — сдвига висячего блока вмещающей туфопесчанниковой толщи.

1—4 — рудные ступени по пологим трещинам кливажа. А, Б, В — крутые звенья, соединяющие ступени, служившие каналами при поднятии рудосных растворов. Георгиевская жила, горизонт 140 м. Месторождение Степняк



свидетельствуют о дорудном возрасте последних. Фигуры 2, 3 неоспоримо устанавливают послерудные смещения.

В некоторых случаях пологие рудные ступени жилы (рис. 18, А), встречая косую трещиноватость вмещающей туфопесчанниковой породы с ромбоэдрической делимостью, соединялись по встреченной косой трещиноватости согласно идущими прерывистыми микрожилками 1—2.

Пологие ступени рудной жилы иногда несут явные признаки наращивания мощности ее путем постепенного интерминерализационного раскрытия (рис. 19). В результате появлялась полосчатость, в которой слои кварца перемежаются со шнурами сульфидов, более ранних внизу (пирит, арсенопирит) и более поздних сверху (тетраэдрит), что соответствует по времени постепенному взбросовому поднятию висячего бока.

Южное Георгиевское нарушение, несколько раз уже упоминавшееся как наиболее крупный структурный фактор в строении рудного поля, документировалось особенно тщательно, чтобы выявить не только возраст, но и роль его в процессе оруденения всего рудного поля. В первую очередь необходимо было установить строение его. Поскольку выяснилось, что оно появилось одновременно с первичным разломом Георгиевской рудной жилы, с которым оно имеет скрещение, в этом пункте на горизонте 160 м было пройдено несколько расщечек, позволивших установить следующую структурную ситуацию (рис. 20).

Формы рудных тел в скрещении довольно сложны и производят впечатление сопряжения двух рудных

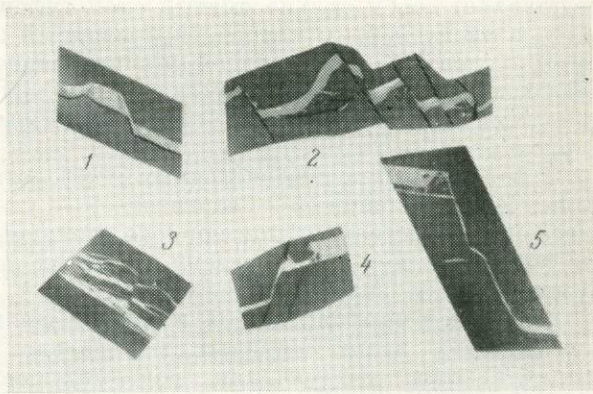


Рис. 17. Разновидности ступенчатости рудной жилы на нескольких горизонтах.

Фиг. 1, 4, 5 — доказывают дорудный возраст крутых проводников; фиг. 2, 3 — бесспорно устанавливают послерудные микросмещения. Георгиевская жила, горизонты 50—250 м. Месторождение Степняк. Зарисовки геолога Н. А. Морозова по заданию автора

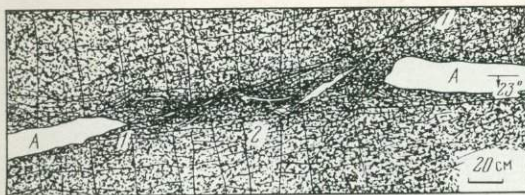


Рис. 18. Пологие отрезки рудной жилы (А), залегающие в туфопесчанниковой породе с ромбоэдрической делимостью при встрече косої трещиноватости, соединяются по ней в виде согласно идущих прерывистых микрожилок (1—2). Георгиевская жила, горизонт 118 м. Месторождение Степняк

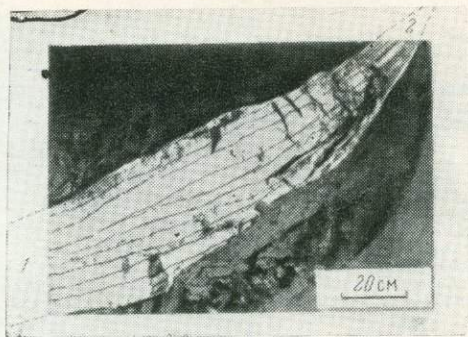


Рис. 19. Нарастивание мощности рудной жилы путем постепенного раскрытия трещины при поднятии высячего бока. В результате появляется полосчатая текстура: слои кварца переслаиваются шнурками сульфидов, более ранних внизу и поздних вверху. Георгиевская жила, горизонт 160 м. Месторождение Степняк

жил — Георгиевской меридионального простирания с падением на запад под углом в 25° и жилы, занявшей широтный разлом с падением на север под углом в 65° . Первая отрабатывалась, а продолжение оруденения второй по падению осталось неизвестным вследствие отсутствия контрольных рассечек на других горизонтах. В общем совершенно очевидно, что оба разлома, будучи одновременными, являются рудопроводящими каналами, однако различающимися по степени проницаемости рудоносными растворами. В первом разломе Георгиевской жилы оруденение заполняло трещину значительного раскрытия, тогда как во втором оруденение проникало в стесненных условиях смятия рассланцованной зоны, что наглядно показывает комбинированный рисунок деталей в увеличенном масштабе (рис. 21). Тело разлома представляет собой сильно смятый слой туфопесчаников неравномерной мощности, висячем боку карбонатизированный (см. фото, а—а). Оригинальной формы рудное тело с сульфидной минерализацией без признаков брекчирования образовалось в скрещении пересекающихся швов растяжения 3 и 4, секущихся более поздней поперечной трещиной сжатия, заполненной безрудным кварцем 5.

В формировании перечисленных морфологических особенностей основных рудных жил — Троицкой и Георгиевской — участвовали термальные растворы, отлагавшие в многостадийном порядке различные жильные и рудные минералы, совокупность и порядок выделения которых позволяет определить общий тип оруденения как кварц-полиметаллический.

Различие в морфологии той и другой жилы не могло не отразиться на распределении в них рудных минералов, особенно золотоносности, что устанавливается следующими дополнительно задокументированными наблюдениями.

Минерализация Троицкой жилы. Основным жильным минералом в ней является кварц двух генераций: более ранний белого цвета с мелкими вкраплениями слабозолотоносного пирита и более поздний, несущий сульфидную минерализацию и промышленное содержание золота. Второй жильный минерал — кальцит, обычно секущий кварцевую жилу

и зальбанды боковой породы, следует считать более поздним образованием.

Из рудных минералов в порядке выделения превалирует пирит, с которым связано промышленное значение жилы. В значительном количестве присутствует арсенопирит; в виде обособленных прожилков и вкрапленников встречаются сфалерит, халькопирит, затем совместно галенит с теннантитом, присутствовавшие местами в повышенных количествах и всегда сопровождавшиеся резким повышением содержания золота. Зона цементации выражена слабо и отражена наличием ковеллина и халькозина. Зона окисления доходит до глубины 40—50 м и характеризуется присутствием лимонита, причем лимонитизированный пирит встречается еще на глубине 100 м, особенно вблизи сбросовых швов.

Текстура жилы обычно массивная, перемежающаяся с полосчатой за счет отслоев вмещающей породы, замещенной рудоносными растворами. Околожилная зона диоритового состава в различной степени серицитизирована или окремнена и импреньирована мелкозернистым пиритом в зависимости от степени смятия, но в общем слабозолотоносна. Эти явления определенно затухают перед выклиниванием жилы как на флангах по всем горизонтам, так и на последнем горизонте при выходе ее из диорита в туфопесчаники.

Золотоносность в жиле распределяется неравномерно, в зависимости от того, происходило ли заполнение рудным материалом открытой полости или путем замещения слоев боковой породы. Повышенное содержание золота обычно концентрировалось в полостях, возникавших при наращивании мощности жилы и сопровождалось увеличенным количеством галенита и теннантита. Полости преимущественно появились внутри или вблизи границ клиньев (рис. 22), образованных крутопадающими протяженными трещинами и разбитых внутри мелкими трещинами, в обоих случаях дорудного возраста. В данном примере пятнистое расположение обогащения золотом (5) может быть отнесено по форме к особому типу жильноплоскостных, а по времени в рудном процессе — к интерминерализационным рудным столбам.

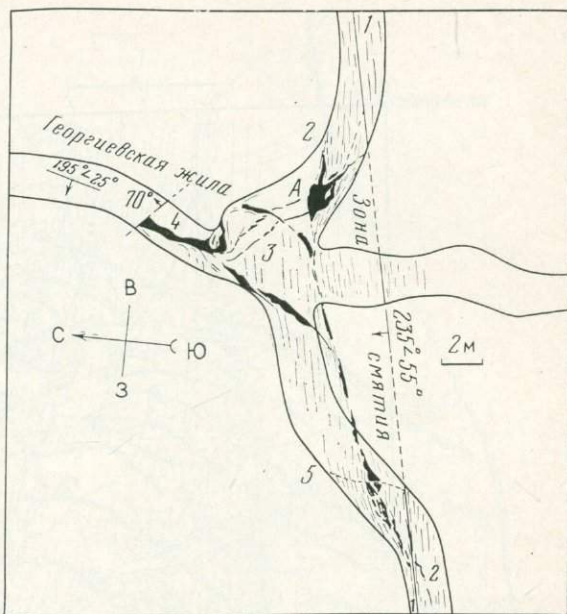


Рис. 20. Скрещение Георгиевской рудной жилы с доинтрузивным сместителем.

1 — главный мобильный шов с глиной в зоне сместителя; 2—3 — внутренние швы, заполненные рудным материалом (4); А — рудное тело в скрещении швов 2 и 3; 5 — поперечное послерудное микросмещение. Зарисовка на горизонте 160 м. Месторождение Степняк

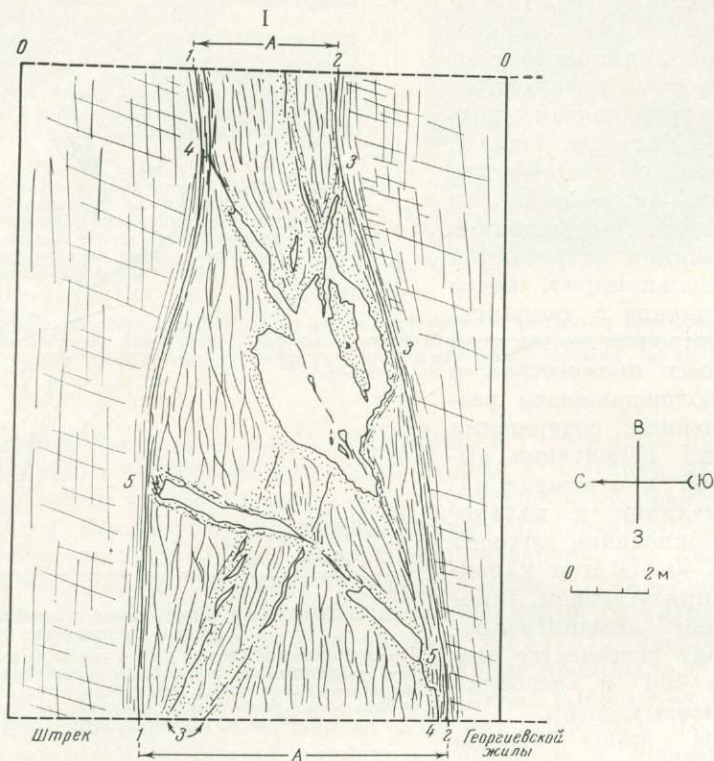


Рис. 21. Детали в увеличенном масштабе Георгиевского доинтрузивного сместителя (см. рис. 20) в скрещении с Георгиевской жилы.

I — зарисовка кровли выработки (проекция на горизонтальную плоскость): 1—2 — глинистые швы, ограничивающие смятое тело сместителя; 3—4 — пересекающиеся швы, включающие оруденение в виде прожилков и сложного тела (*A*) без брекчирования; 5 — более поздний секущий рудный прожилок. *II* — фотоснимок забоя по линии 0—0: 1—1 и 2—2 — мобильные глинистые швы, ограничивающие тело сместителя; *a*—*a* — замещенный кальцитом висячий бок смятой зоны сместителя; *б*—*б* — сильно разлитованный туфоупесчаник лежащего бока сместителя. Месторождение Степняк

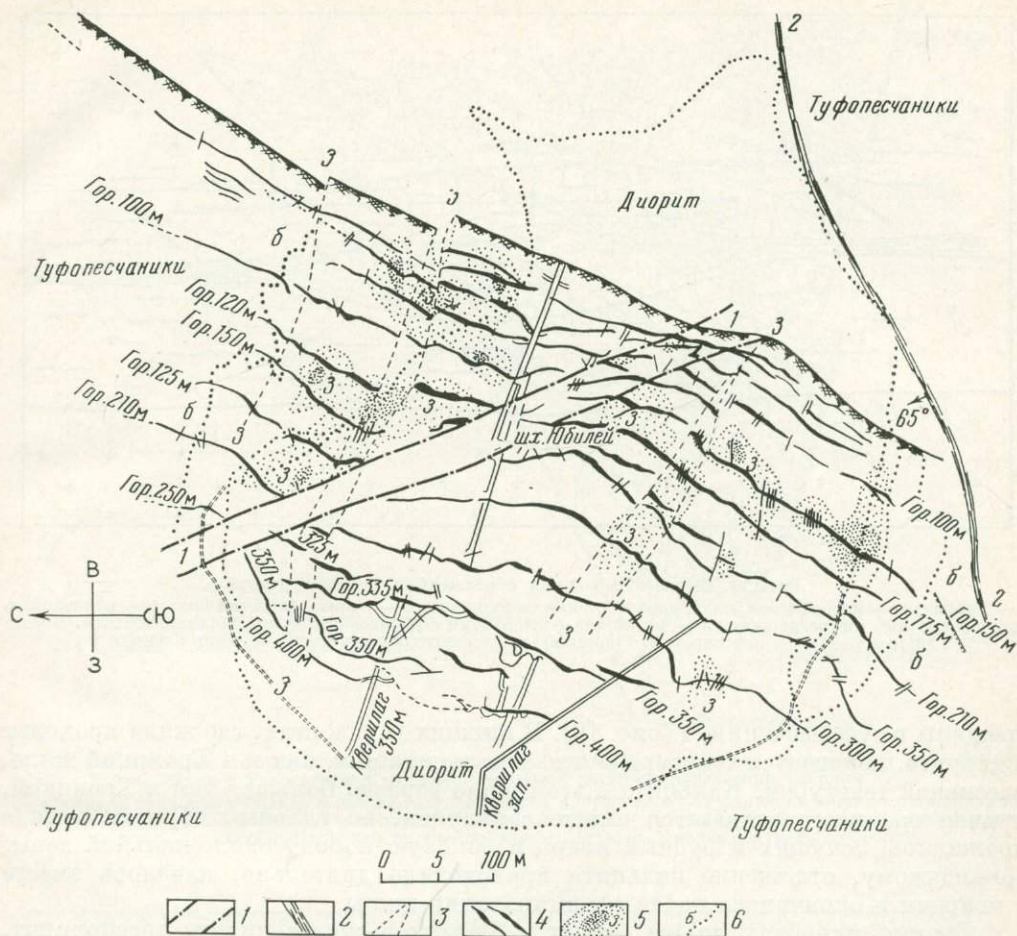


Рис. 22. Сопряженный погоризонтный план структурных условий образования обогащенных золотом участков в Троицкой кварц-золоторудной жиле месторождения Степяня.

1 — дорудная сбросовая зона смятия; 2 — дорудный тектонический разлом; 3 — протяженные дорудные сбросовые трещины; 4 — рудные жилы (мощностью от 0 до 2 м); 5 — обогащенные золотом участки; 6 — бедные золотом фланговые участки. По А. П. Смолину

Процесс образования такого жильноплоскостного золоторудного столба изображен схематически на рис. 23. Полость образовалась внутри жилы при движении висячей половины ее (2), тогда как лежащая часть (3) оставалась неподвижной. Рассланцовка и поперечные микротрещины висячей половины способствовали смятию и образованию полости 4, заполненной затем комплексом минералов более поздней генерации с преобладанием высокозолотосодержащего теннантита 5.

Минерализация Георгиевской жилы. Основной жильный минерал представлен кварцем, но здесь он имеет характерную полосчатую текстуру, образовавшуюся периодическим нарастанием мощности рудоносной

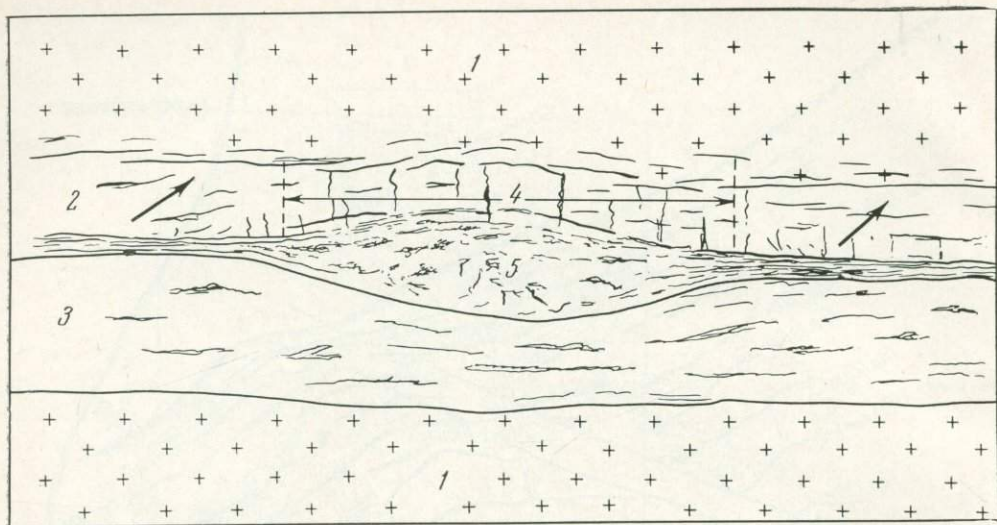


Рис. 23. Схема образования обогащенных золотом участков.

1 — диорит; 2 — висячий бок жилы первой стадии заполнения; 3 — то же, лежащий бок; 4 — расщепление и поперечные микротрещины; 5 — плоскость разверзания с образованием линзовидной полости. Вертикальный разрез по простиранию Троицкой жилы золоторудного месторождения Степняк

трещины в туфопесчаниках (рис. 19). В нижних горизонтах, где жила проходит в диорите, полосчатая текстура исчезает и заменяется, как и в Троицкой жиле, массивной текстурой. Кальцита в этой жиле гораздо больше, чем в Троицкой, причем она часто отлагается вместе с кварцем, но главным образом в виде прожилков, секущих и рудный кварц и боковую породу околожильной зоны. По-видимому, отложение кальцита происходило длительно, началось вместе с кварцем и окончилось после сформирования жилы.

Рудные минералы те же, что и в Троицкой жиле: пирит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, теннантит, но добавился антимонит, а иногда встречается джемсонит. С горизонта 160 м начал появляться шеелит, который особенно характерен для одной из ветвей жилы, названной поэтому шеелитовой.

Содержание золота в жиле вообще было богатым даже на горизонте 160 м и глубже, причем оно связано с полосчатой текстурой: с переслаиванием слоев рудного кварца и прослоев серицитизированной боковой породы или одного серицита.

Обогащенные золотом участки здесь так же, как и в Троицкой жиле, располагались разобщенно, удлинённой формы, пятнами, приуроченными к системе крутых параллельных трещин дорудного возраста (рис. 24). По строению эти пятна представляли собой пологие камеры (рис. 25), размещенные ступеньками, ограниченными по падению жилы трещинами отдельности (а) туфопесчаников, а по простиранию крутопадающими сбросовыми трещинами дорудного возраста, служившими каналами для рудных растворов (б). Камеры обычно включают несколько параллельных маломощных рудных жил сложной формы,

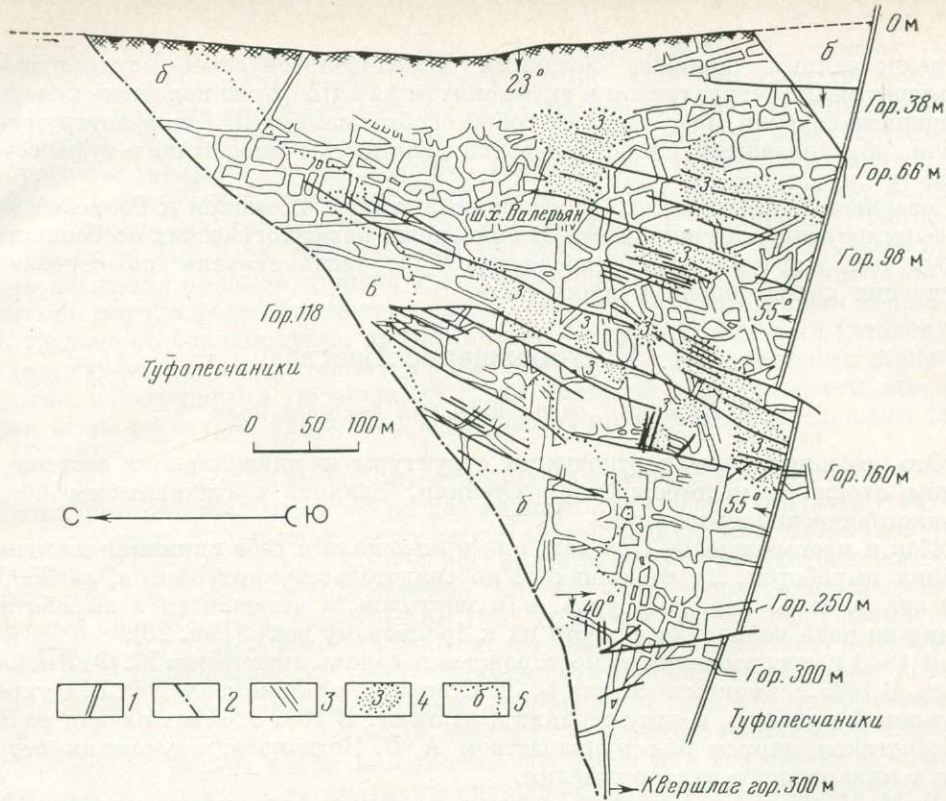


Рис. 24. Сопряженный погоризонтный план структурных условий образования обогащенных золотом участков в Георгиевской кварц-золоторудной жиле месторождения Степняк.

1 — южное дорудное нарушение в приконтактовой зоне с диоритом; 2 — склонение жилы (выклинивание); 3 — дорудные трещины смещения в контурах рудной площади; 4 — обогащенные золотом участки жилы (черные); 5 — обедненные золотом участки жилы. По А. П. Смолину и Н. А. Морозову

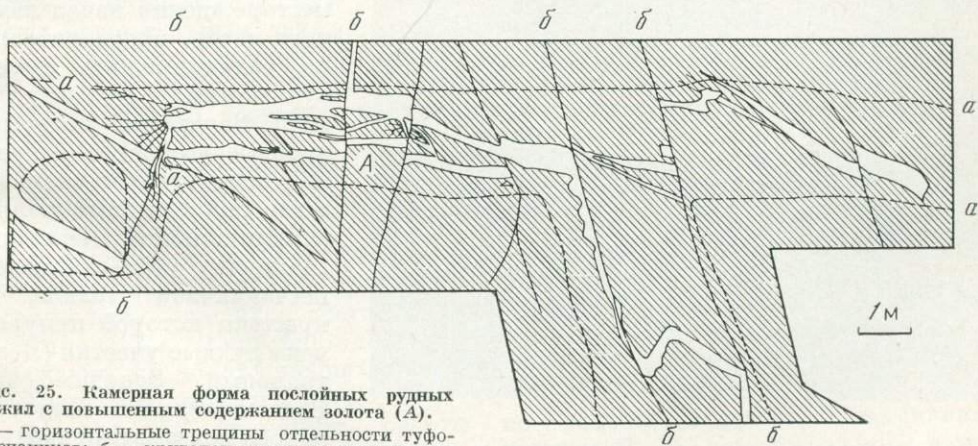


Рис. 25. Камерная форма послорудных рудных жил с повышенным содержанием золота (А).

а — горизонтальные трещины отдельности туфопесчаников; б — крутопадающие трещины дорудного возраста — каналы рудоносных растворов, претерпевшие смещения в послорудную фазу. Вертикальный разрез по простиранию Георгиевской жилы на горизонте 160 м золоторудного месторождения Степняк

минерализованных наиболее поздними высокзолотоносными сульфидами, преимущественно тетраэдритом и антимонитом (А). По форме подобные камеры, насыщенные золотом, представляют собой особый камерный тип золоторудных столбов, обусловленный ромбоздрической делимостью вмещающих туфопесчаников.

Совершенно очевидно, что золоторудные столбы Троицкой и Георгиевской жил формировались в зависимости от описанных морфологических особенностей рудных тел, а формирование последних было тесно связано со строением вмещающих пород общего рудного поля.

III. Месторождение Бестюбе

1. Краткий очерк изучения рудного поля

Это месторождение в отношении структуры и минерального состава во многом сходно с месторождением Степняк, являясь представителем общей металлогенической провинции.

Как и месторождение Степняк, оно привлекало к себе внимание наличием древних выработок, проводившихся, по свидетельству археологов, за 2500—3000 лет до н. э. народами чудь, или монголов, а оставшиеся в выработках орудия из меди позволяют отнести их к бронзовому веку (рис. 26).

В 1933 г. исследования на месторождении велись инженером М. Ф. Иконниковым. В 1939 г. рудник посетили Б. Л. Степанов, а также геолог Ф. В. Чухров, оставивший краткую, в одну страницу, записку. В 1939 г. здесь начала работу геологическая партия под руководством А. В. Богданова, изучавшая структуру и минералогию месторождения.

В. М. Крейтер, посетивший рудник в 1940 г., правильно отметил, что нельзя объяснять обогащенные участки жил только процессами вторичного отложения золота. В 1941 г. изучение строения района рудника проводил геолог Н. А. Фогельман.

В 1942 г. структуру месторождения начал изучать автор, предварительно ознакомившись с результатами работы А. В. Богданова, который впервые установил основной структурный элемент в строении рудного поля: синклинальную складку сложной туфо-сланцево-песчаниковой толщи, к крыльям которой приурочены рудные участки (Центральный, Западный и Восточный). Это подтвердилось подземными наблюдениями.

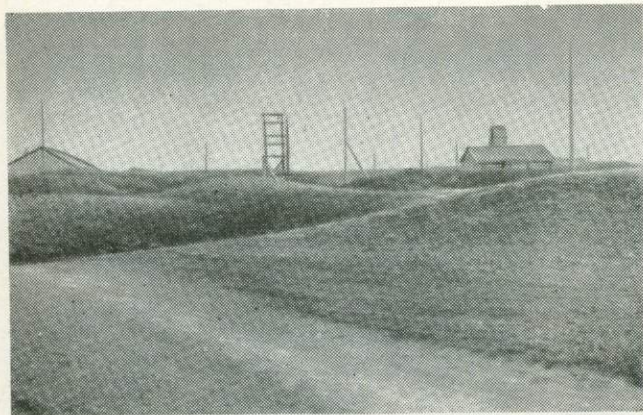


Рис. 26. Холмистый рельеф отражает древние работы на площади золоторудного месторождения Бестюбе

Однако, отводя значительное место описанию нарушений рудных жил с составлением художественного альбома их, он ошибочно трактует все без исключения пологие смещения как послерудные надвиги (по его терминологии «вахлестки»), якобы увеличивающие мощность жилы в два-три раза. Сбросовые и взбросовые трещины, по его мнению, смещающие рудные жилы иногда на 8—10 м, он также считает послерудными, отмечая, что «некоторые жилы смещены нарушениями северо-восточного направления и смещенные части не обнаружены до сих пор». Казалось бы, что это должно было бы служить признаком смещения не послерудного, а дорудного возраста, в чем можно было бы убедиться, изучив форму скрещения жил со сместителями. Подобным явлениям нами уделено особое внимание, причем по всему рудному полю был установлен превалирующий тип сместителей дорудного возраста с последующими незначительными послерудными подвижками. Для большей убедительности все эти случаи были не только тщательно зарисованы, но и зафотографированы (см. рис. 58, 59).

Не менее важным было рассмотреть представление А. В. Богданова о формах жил, которые им разделены на две группы: 1) имеющие структуру глубокого заложения; 2) имеющие неглубокую чашеобразную или скорлуповатую структуру заложения. Это разделение представлялось искусственным уже потому, что гипсометрический признак для подобных форм, наблюдавшихся на рудном поле Бестюбе, неприменим. Как показали наши наблюдения, они образовались независимо от глубины заложения, как следствие неоднородности, а не изотропности (по А. В. Богданову) строения вмещающей толщи. Крутые складки туфопесчаных пород, прорванных малыми интрузивными телами, были осложнены системой трещин, ограничивающих блок породы конусообразной формы и при выжимании его вверх под воздействием сжимающего стресса, получивших круговую сплошность, оказавшуюся весьма благоприятной для заложения по ней рудной жилы. Эта структурная ситуация, порожденная сложностью трещинной тектоники рудного поля, была подробно изучена и подтверждена соответствующими наблюдениями, документально отраженными на сопряженном погоризонтном плане (см. рис. 42). Между тем наиболее четко выраженную дугообразную форму жилы 9 В. М. Крейтер объяснил вращательным движением высвобожденного указанным путем конусообразного блока. В ошибочности такого объяснения легко можно было убедиться, если бы было проведено изучение резко выраженных штрихов скольжения дорудного возраста, наблюдавшихся в висячем и лежащем боках по падению жилы.

Заслуживает внимания суждение А. В. Богданова об общих причинах проявления сколовых трещин, оформившихся затем в рудные жилы. Одной из причин возникновения таких трещин он считал влияние допускаемого им на сравнительно небольшой глубине интрузивного тела. Представлялось более естественным искать причины возникновения пространственного распределения наблюдавшихся систем трещин в тектонике той зоны, которая была доступна наблюдениям благодаря наличию значительного количества шахтных выработок, не обнаруживших каких-либо признаков существования гипотетического интрузивного тела.

Нельзя не упомянуть работы по гидрогеологическим изысканиям на рудном поле, проводившиеся гидрогеологом М. Ф. Нижегородовым и гео-

логом Н. И. Голубевым в 1940—1941 гг. Результаты этих работ изобилуют большими погрешностями в определении генезиса трещин, давая искажённое представление о путях фильтрации трещинных вод. Так, например, авторы указывают, что «внедрение даек происходило чаще по наложению пород», тогда как в действительности они обычно секут слоистость пород поперек и несколько диагонально. Кроме того, авторы повторяют ошибочную констатацию А. В. Богданова о том, что «весь комплекс тектонических нарушений и крупных трещин скола образовался в послерудное время». Приведенные зарисовки осложненных форм жил (ступенчатые сопряжения, утолщения, налегания) объясняются смещениями исключительно послерудного возраста с амплитудой до 25 м. Однако нами ни одного подобного случая не наблюдалось, и, как уже было отмечено, послерудные подвижки проявлялись в рудном поле очень слабо.

Из сказанного следует, что работы гидрогеологической партии дали неправильное представление о путях фильтрации трещинных вод, не позволяющее достоверно определить скорость и направление потоков их, а также форму, уровень и дебит депрессионной воронки у водоотливных шахт.

Наконец, остается упомянуть о высказываниях, которые были сделаны на геологической конференции в 1940 г. местными геологами и консультантами, посетившими рудник.

А. В. Богданов в своем докладе повторит все то, что было изложено в его объяснительной записке. Между прочим, он подчеркнул, что ведение рудничной документации оставляет желать много лучшего, и в результате этого у рудничных геологов возникает много вопросов.

Рудничные геологи (Белозеров, Столяр) также отметили, что структура месторождения изучена недостаточно, и что подземное картирование не увязывается по горизонтам.

В. М. Крейтер сообщил, что у него с геологами А. В. Богдановым и Белозеровым никаких расхождений нет, как не было их и в 1939 г., и этим он подтвердил свое согласие с ошибочными представлениями о послерудном возрасте смещений. Вместе с тем о дайках он сказал, что они своим внедрением уплотнили участок рудного поля и таким образом создали «однородное ненарушенное тело». Мы же, изучая структуру рудного поля, пришли к выводу, что оно представляет собой изумительно неоднородный и весьма нарушенный массив, о чем будет сказано в следующем разделе.

Касаясь вопроса о выделении А. В. Богдановым двух стадий минерализации рудных жил (первая — кварцевая с шеелитом и арсенопиритом, вторая — сульфидная с золотом и кальцитом, галенитом, сфалеритом) с тектоническим разрывом между ними, В. М. Крейтер не счел это положение окончательно доказанным. При последующих наших наблюдениях было установлено, что внутрирудные подвижки в плоскостях жил были, но они не являются тектоническими границами двух минеральных стадий.

Из всей приведенной истории изучения месторождения Бестюбе следует, что оно оставалось недостаточно изученным, о чем свидетельствуют многие элементы структуры его, и в частности морфологические особенности рудных тел, представлявшиеся необъяснимыми или вызывавшие противоречивые мнения.

Нет необходимости доказывать, что сотрудники геологоразведочной и маркшейдерской службы рудника Бестюбе до последнего времени придерживались

взгляда на все осложнения рудных форм, и в частности на обрывы их, как на явления, связанные исключительно с межрудными и послерудными смещениями, хотя за все время существования рудника не было установлено ни одного бесспорного типичного случая смещения послерудного возраста. И этому не приходится удивляться, так как все предшествовавшие исследования совершенно определенно ориентировали геологическую мысль только в этом направлении, как было несколько ранее и по месторождению Степняк. Однако наступил момент, когда подобный взгляд на структуру месторождения стал вызывать сомнение. Так, К. А. Иванов совершенно определенно заявил, что он сложившееся мнение о послерудном возрасте смещений рудных жил Бестюбе не разделяет и просил автора осмотреть месторождение и высказать по этому спорному вопросу свое мнение. Коллективное посещение месторождения состоялось осенью 1942 г. Были осмотрены участки, вызывавшие наибольший интерес: обрывы, «нахлестки», кольцевые формы и сложные утолщения жил, а также крупное диагональное нарушение.

При разборе каждого структурного случая было высказано много различных мнений, но у автора создалось совершенно определенное впечатление, что всюду проявляется типичная дорудная структура с незначительными междурудными подвижками и с очень незначительным омоложением старых швов в послерудную фазу.

Окончательное признание правильности концепции автора о возрастных взаимоотношениях дорудных смещений с элементами строения рудного поля, вообще, и с формами рудных тел, в частности, осуществилось после того, как было закончено структурное изучение рудного поля.

Изложенная история геологического изучения золоторудного месторождения Бестюбе еще отчетливее, чем по месторождению Степняк, показывает, в каких условиях и какое длительное время требуется, чтобы добиться правильного и бесспорного понимания структуры рудного поля.

Отчет автора о работе, переданный доктору геолого-минералогических наук Н. А. Фогельман на отзыв, получил следующую оценку: «Работа оставляет в общем весьма яркое впечатление, представляя собой глубокий оригинальный анализ структурных особенностей месторождения. Работа такого стиля является ценным вкладом в рудничную геологию и по ряду вопросов может служить методическим руководством для геологов, изучающих структуры рудных полей месторождений».

2. Краткий очерк геологии района

Поскольку структура рудного поля является неотъемлемой частью региональной структуры, необходимо упомянуть хотя бы основные элементы последней, тем более что имеется детальная геологическая карта Н. А. Фогельман. Увязку облегчает присутствие выходов коренных пород по р. Селете, протекающей в 8—10 км к юго-востоку от рудника Бестюбе. Крутые берега реки дают прекрасный разрез самых древних кембро-силурийских пород района (См—S), сложенных в складки, нарушенные частыми крутыми трещинами, создающими несогласие в залегании песчано-глинистых и грубозернистых слоев (рис. 27). Толща несогласно подстилает нижнесилурийский комплекс пород (S₁), вмещающих месторождение Бестюбе. Мощность кембро-силурийской

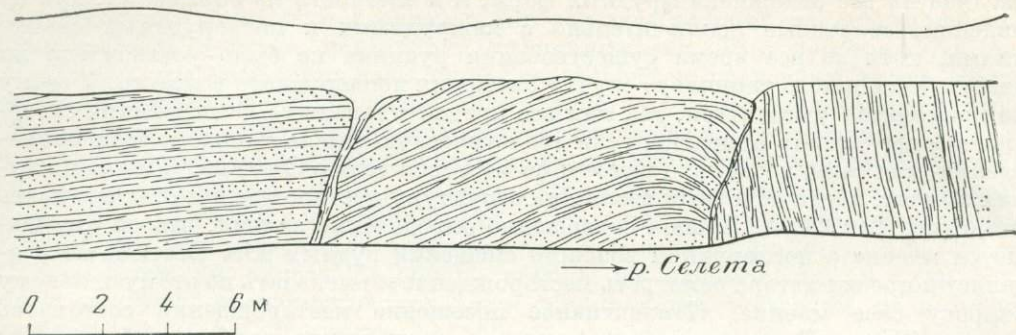


Рис. 27. Обнажение кембро-силурийской толщи (См — S) в левом борту р. Селеты в 9 км на юго-восток от рудного поля Бестюбе. Толща, сложенная в складки, нарушенные крутыми трещинами, состоящая из перемежающихся песчано-глинистых и грубозернистых слоев, подстилает бестюбинскую свиту, вмещающую золоторудное месторождение

толщи предположительно составляет 2,5—3 км. Она простирается в северо-восточном направлении с общим падением всех пластов различного состава под углом от 50 до 70° на юго-восток. Вся полоса кембро-силура, вскрытая тальвегом р. Селеты и в береговых сопках, рассматривается как северо-западное крыло наклонной антиклинальной складки, в ядре которой проступают альбитофировые туфы верхнего кембрия с осью, погружающейся на северо-восток, где можно наблюдать более пологие горизонты.

При приближении к руднику, после полосы третичных отложений встречается следующая по возрасту толща нижнего силура (S_1) в виде полосы северо-восточного простирания. Она расчленяется на две свиты: а) нижнюю яшмо-кварцевую и б) верхнюю туфогенно-осадочную (S_1^4), названную бестюбинской по нахождению в ней золоторудного месторождения. Бестюбинская свита туфогенно-осадочных пород залегает на яшмо-кварцевой согласно. По составу она довольно пестрая: маломощные слои зеленовато-серых туфопесчаников различной крупности зерна сменяются на коротком расстоянии туфопесчаниками и глинистыми сланцами темной и светлой окраски и мелкогалечными туфоконгломератами при сравнительно редких прослоях порфиритовых туфов. По литологическому сходству со свитами района месторождения Степняк возраст определяется как карадокский. Мощность этой свиты, вмещающей месторождение Бестюбе, исчисляется геологами в 2—2,5 км.

На геологической карте Н. А. Фогельман показан ряд дизъюнктивных нарушений двух направлений северо-восток и северо-запад, осложнивших тектонику палеозойских формаций, отражением которых возможно является Диагональный разлом ЮЗ $\frac{1}{2}$ —СВ направления, проходящий по рудному полю Бестюбе параллельно складчатости бестюбинской свиты с крутым падением на юго-восток под углом в 65°.

Изверженные породы в районе рудника Бестюбе занимают очень незначительное место и представлены главным образом сериями даек двух направлений — северо-западного и северо-восточного. Самый ближайший к руднику крупный гранодиоритовый массив — Аркалыкский — находится в 30—35 км к ССЗ и только краем заходит на описываемую площадь. Относительно возраста

этого массива у геологов нет единого мнения. Однако Н. А. Фогельман приводит следующие убедительные доказательства: 1) наличие активного контакта интрузива с девонскими альбитофирами, а также присутствие ксенолитов последних в массиве близ контакта; 2) трансгрессивное налегание нижнекаменноугольных отложений на породы массива. Исходя из этого, возраст Аркалыкского массива определяется как средне- или верхнедевонский. Такое определение находится в соответствии с определением девонского возраста других интрузивов Казахстана (В. С. Кошчев-Дворников, 1936—1937 гг.).

Дайковые интрузии района Бестюбе представлены двумя группами пород, весьма различных по составу: 1) дайки габбро, габбро-диабазов до кварцевых порфиров и альбитофиров; 2) дайки гранит-порфиров, гранит-пегматитов, спилитов, кварцевых диоритов, диоритовых порфиритов и лампрофиров (по Н. А. Фогельман). Сходство по составу этих даек с дайками, секущими Степнякский рудомещающий массив диорита, позволяет считать их дериватами магматического очага, как бы общего для Степнякского и Бестюбинского районов, тем более, что рудная минерализация и в том и другом вполне тождественна.

3. Строение рудного поля

Площадь, в которую входят промышленные рудные участки и ближайшие к ним проявления оруденения, покрыта геологической съемкой масштаба 1 : 2000, проведенной геологами А. Г. Тележкой и А. В. Богдановым в 1939 г. На построенной карте отчетливо осевое направление ЮЗ — СВ, которому подчиняются все слагающие рудное поле туфогенно-осадочные и изверженные породы, а также узлы рудных жил, получившие названия Центрального, Восточного и Западного участков (рис. 28).

Туфогенно-осадочные породы занимают почти всю площадь рудного поля и относятся, как уже указывалось, к бестюбинской свите нижнего силура, подстилаемой толщей кембро-силура. По составу породы весьма разнообразны, представляя все переходы от конгломератовидных и крупнозернистых песчаников до глинистых сланцев. Вся толща хорошо выдерживает простирание по азимутам, близким 70 и 250°. По замерам А. В. Богданова в магистральных канавах, проведенных вкрест простирания пластов, и в подземных выработках падение устанавливается в двух направлениях: в северо-западной части рудного поля на юго-восток, а в центральной и юго-восточной частях на северо-запад, в подавляющем большинстве замеров под углом 60—80° и реже под более пологим или, по нашим наблюдениям, более крутым в северо-западной части рудной площади.

Резкое разграничение обратных падений пластов дало полное основание А. В. Богданову установить наличие протяженной синклинали складки с осью ЮЗ — СВ простирания. Н. А. Фогельман указывает на перемежаемость, а также на замыкание и погружение подчиненных антиклинальных складок в северо-восточном направлении, что позволило Бестюбинскую складку представлять как брахисинклиналь, входящую в состав целой группы брахискладок крупного антиклинория.

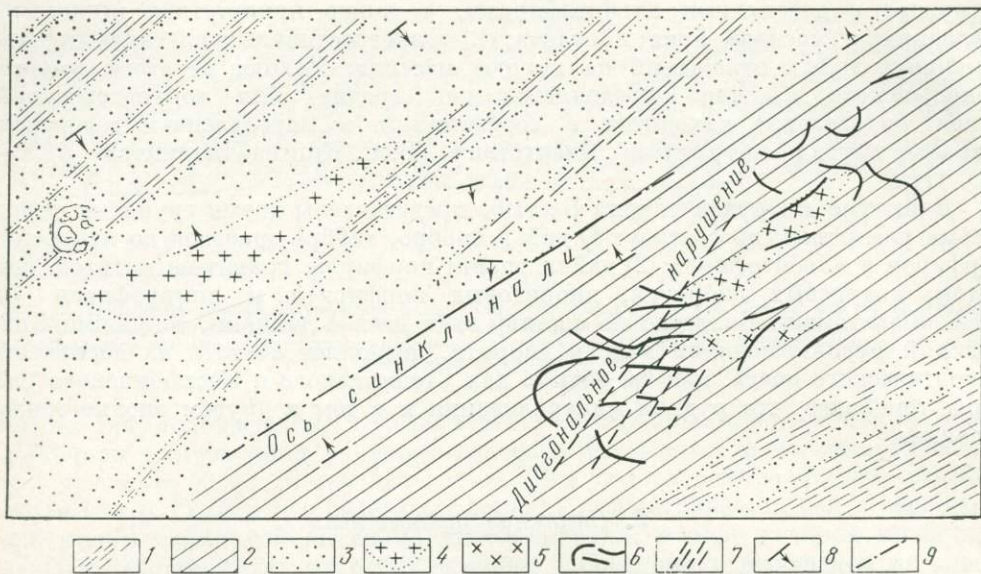


Рис. 28. Геологическая карта золоторудного месторождения Бестюбе. По А. Г. Тележко, 1942.
 1 — глинистые сланцы S_4^1 ; 2 — перемежающиеся туфосланцы и туфопесчаники S_4^1 ; 3 — мелко-, средне-
 крупнозернистые туфопесчаники S_4^1 ; 4 — кварцевый диорит; 5 — гранит-порфир; 6 — кварцевые золото-
 рудные жилы; 7 — Диагональные и другие нарушения; 8 — элементы залегания осадочных пород; 9 — ось
 синклинали туфогенной толщи

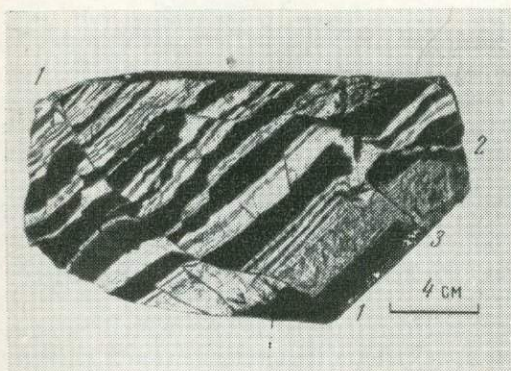


Рис. 29. Штуф смятых переслаивающихся туфопесчаников и туфосланцев с микросмещениями 1, 2, 3 вследствие неравномерного уплотнения. Бестюбе

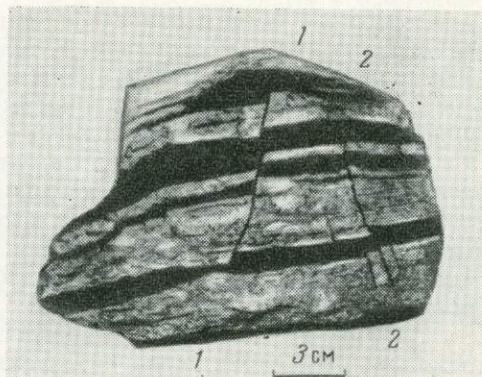


Рис. 30. Штуф переслаивающихся туфопесчаников и туфосланцев с затухающими микросмещениями (1, 2) вследствие неравномерного уплотнения

По нашим подземным наблюдениям, такие участки сложены в более мелкие складки второго и третьего порядка, причем они сильно уплотнены, смяты и рассечены многочисленными поперечными трещинами, часто с микросмещениями (рис. 29). Уплотнение слоев различной податливости под воздействием сжимающего стресса происходило неравномерно, на что указывает затухание микросмещений при встрече неподатливого слоя (рис. 30). На участках, где пласты не испытали смятия, под воздействием тех же сжимающих усилий образовались квиважные трещины и распадение их на блоки обычно очень малых размеров. На ограничивающих их плоскостях рельефно выступают штрихи скольжения самых различных направлений, отражающих взаимные микросмещения соприкасающихся блоков. Определению направления относительного смещения соприкасающихся блоков помогают рубцы, идущие поперек штрихов скольжения. Совокупность тех и других свидетельствует о том, что при фронте проходивших сдвиговых смещений при складкообразовании толщишло объемное приспособление блоков к новым структурным условиям (см. рис. 33).

Такие явления, захватившие широкое поле месторождения, не могли не вызвать осложнений в морфологии рудных жил, оформлявшихся в подобной обстановке. Примером может служить фотоснимок (рис. 31), показывающий возможность двойственного решения вопроса, а следовательно, и ошибки при определении возраста смещения. Штуф метаморфизованного туфопесчаника отшлифован с двух сторон (толщина штуфа 6 см). На левой стороне (А)

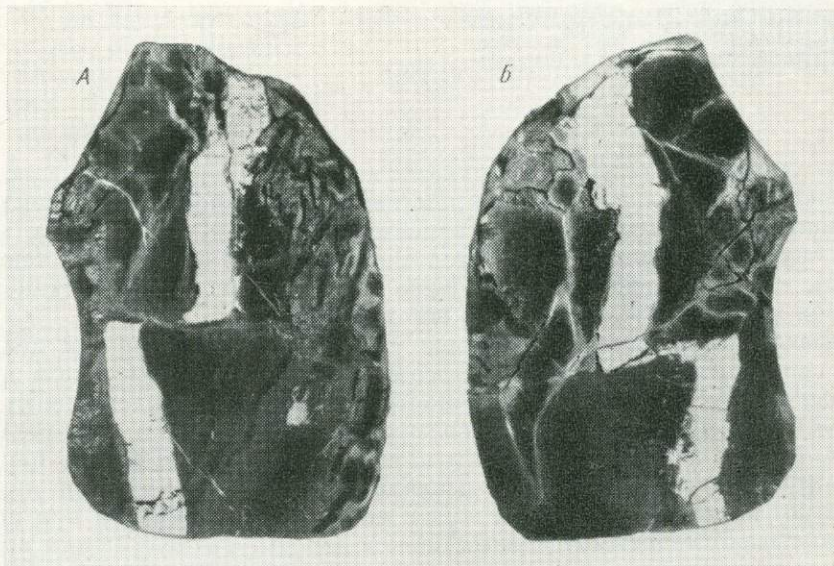


Рис. 31. Штуф туфопесчаной метаморфизованной породы, отшлифованной с двух сторон (толщина 6 см), показывает изменение формы кварцевого прожилка при скрещении с более ранней поперечной трещиной. На левой стороне (А) смещение представляется послеминерализационным, тогда как на правой стороне (Б) оно явно доминерализационное, но с последующим микросмещением, беккирующим кварцевый проводник. Бестюбе

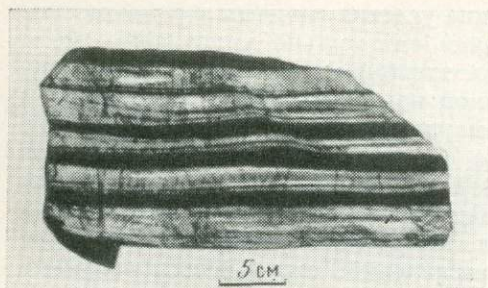


Рис. 32. Переменяющиеся слои туфопесчаников и туфосланцев. Книжная текстура. Бестюбе

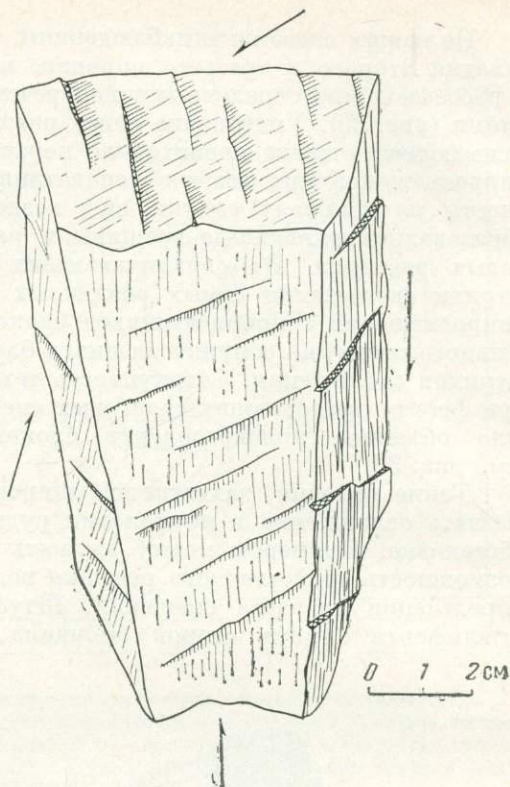


Рис. 33. Блок туфопесчаника, ограниченный четырьмя плоскостями, несущими штрихи скольжения и поперечные рубцы, показывает, на какие мелкие блоки участками распадается массив туфосланцево-песчаной толщи под действием сжимающих усилий. Отвал шахты 2 Центрального участка

смещение кварцевой жилы представляется как послеминерализационное, тогда как на правой стороне (Б) оно явно доминерализационное, но с последующим росмещением, брекчирующим кварцевый проводник. На стенках многих штреков, где смятие пласта сменяется ненарушенной полосчатой текстурой (книжной), слои производят впечатление обоев с полосатым рисунком, настолько они линейны и выдержаны по ширине (рис. 32).

Переменяемость участков смятия с участками, сохранившими цельность складок, отразилась на характере сбросовых трещин, секущих и те и другие. В контурах вторых участков они обычно крутопадающие и выдерживают общее северо-восточное простирание, однако при подходе к первым участкам они затухают. В этих последних трещины короткие, идут в различных направлениях, часто даже в поперечном к основному северо-восточному и являются причиной кольцевых форм рудных жил и частых разрывов их, а при пологом падении вызывают надвиги отдельных блоков породы. Такие трещины особенно характерны для Центрального участка рудного поля (рис. 33), что будет подробно рассмотрено ниже.

Самым протяженным сбросовым нарушением является так называемое «Диагональное», прослеженное в пределах юго-восточного крыла синклинали

на Центральном рудном участке. На первых стадиях эксплуатации месторождения оно длительное время считалось по возрасту послерудным, но в последующем было признано дорудным, поскольку на нижних горизонтах в нем было установлено оруденение. По существу оно представляет собой оруденелую зону смятия с углом падения в 65° на юго-восток при мощности 0,2—0,4 м, в которой короткими участками с большими промежутками встречается оруденение, совершенно аналогичное оруденению всех других жил рудного поля, однако только в виде прожилков и линз брекчированного рудного кварца. Судя по характеру штрихов скольжения по падению на стенках разлома, он образовался путем взброса-надвига висячего бока и, протягиваясь более чем на 300 м, проникает в Восточный участок и там затухает, расщепляясь и образуя сложные сопряжения с встречными рудными жилами. Этот разлом, в данном случае несомненно доинтрузивного возраста, является еще одним примером все более оправдывающейся закономерности присутствия подобных же разломов на крупных золоторудных полях. Как неоднократно фиксировалось нами, они, являясь основными, вызывают образование сопряженных трещин, используемых термальными растворами для отложения руды.

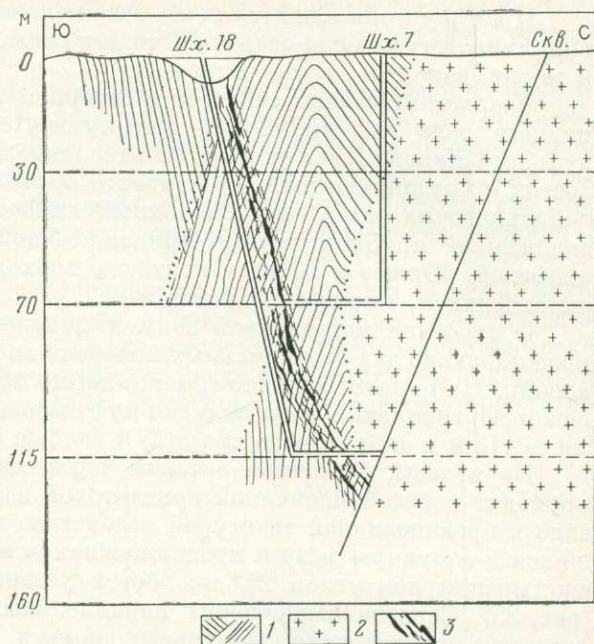


Рис. 34. Вертикальный разрез Промежуточной рудной жилы в тектонической контактовой зоне туфопесчаников, сложенных в крутые складки в контакте с кварцевым диоритом. Западный участок. Бестубе

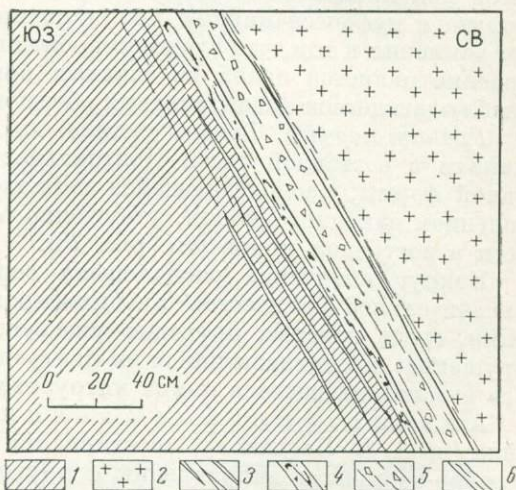


Рис. 35. Вертикальный разрез, параллельный предыдущему, той же Промежуточной жилы в контактовой зоне туфопесчаников с кварцевым диоритом.

1 — туфопесчаник; 2 — кварцевый диорит; 3 — кальцитовые прожилки; 4 — рудная жила; 5 — слой расланцованного туфопесчаника; 6 — слой жильной глины. Западный участок Бестубе

Интрузивные тела. Различие в строении и составе обоих крыльев синклинали туфогенно-осадочной толщи сказалось и на форме интрузивных тел, а также, вероятно, и на составе их.

Кварцевый диорит залегает в северном крыле синклинали в виде линзовидного тела (см. рис. 28, 4), вытянутого согласно простиранию зернистых туфопесчаников. Имея утолщение западного конца, он постепенно утоняется на восток и выклинивается. Оба контакта крутые с углами падения от 70° до вертикального на север, причем южный явно тектонический, способствовавший заложению крупной жилы Промежуточной с протяженной параллельной апофизой. Южнее в 50 м от контакта проходит другая параллельная рудная жила Южная, также с апофизой.

О строении контактовой зоны и положении Промежуточной жилы дают представление два вертикальных поперечных сечения в меридиональном направлении. На первом, западном, через шахту 18 и скв. 43 (рис. 34) жила (2) косо режет вертикальные слои складки туфопесчаника (1), приблизившись на горизонте 115 м к диоритовому телу (3) и глубже слившись с ним.

На втором, восточном сечении через шахту 17 жила на горизонте 70 м проходит в рассланцованной контактовой зоне, причем оруденение явно связано с брекчиевидной текстурой вследствие происходивших подвижек, начавшихся в дорудную фазу и продолжавшихся в рудную и послерудную. Штрихи скольжения под углом 25° на восток устанавливают сдвиговое перемещение (рис. 35). Сопоставление обоих параллельных сечений показывает волнистый характер контактовой поверхности диорита, что при сдвиговом перемещении по ней привело к образованию рудной апофизы, слившейся с основной в восточном конце. Само тело кварцевого диорита, как показали скважины, не имеет монолитной сплошности. Особенно характерна частая перемежаемость диорита с туфопесчаниками при наличии оруденения в смежных контактах. Нет сомнения в том, что сложность южного контакта диорита и его внутреннее строение является одной из главных причин локализации здесь оруденения и наблюдающегося разветвления обеих жил.

Гранит-порфир. Такого состава интрузив залегает в южном крыле синклинали в восточной части Центрального участка, притом такой же линзовидной формы, располагающейся параллельно предыдущему, но с обратным утонением западного конца, утолщенного в середине и расчлененного на две части в восточном конце (см. рис. 28).

Вокруг интрузива расположена серия малопродуктивных рудных жил и значительное количество альбитофировых даек северо-восточного простирания, среди которых проходит уже упоминавшийся разлом «Диагональное нарушение», протягивающийся из Центрального участка и затухающий у западного выклинивающегося конца интрузива.

Альбитофировые дайки. Такого состава многочисленные дайки (по А. В. Богданову) простираются согласно туфогенно-сланцевой толще в северо-восточном направлении с крутым падением на северо-запад и юго-восток. Протяженность даек достигает 300 м и более при изменяющейся мощности от 0,5 до 7 м. Дайки густо импрерированы мелкой сыпью пирита даже при значительной удаленности от рудных жил.

Особенно обильные дайки на восточном участке встречаются в подземных выработках группами в туфопесчаниках, разбитых на клинья, причем пере-

секаются с перемещением рудными жилами, приобретающими в таких случаях кольцевые формы, подобные наблюдавшимся на Центральном участке (рис. 36, А).

Как правило, дайки секутся рудными жилами, но следующий случай, как бы противоречащий этому, требует расшифровки (рис. 36, Б). Альбито-финовый расплав 2, заполняя разлом, встретил трещину 1 и проник в нее, образуя залив, и только после этого трещину заполнила рудная жила, в действительности не являющаяся сместителем, на что указывает отсутствие смещенной части дайки, которая в обратном направлении смещена по трещине 3 последайкового возраста.

Рудные жилы. Как было показано в предыдущем разделе, рудо-вмещающие туфогенно-осадочные породы в пределах рудного поля представляют собой массив с чрезвычайно сложным строением, обусловленным последовательно проходившими пликативными и дизъюнктивными дислокациями. Монолитность массива была нарушена, и длительно действовавшее ориентированное сжатие СЗ — ЮВ направления привело к разобщению его на блоки, в различной степени уплотненные, и к появлению ограничивающих их трещин. Наиболее значительные из них по глубине заложения послужили каналами для инъекции гранитоидных и дайковых расплавов, которые своим появлением, резко повысив ранее действовавший термический градиент сжатия, усложнили еще более строение рудного поля. Когда началось охлаждение, вызвавшее сокращение объема массива, появились многочисленные трещины в полосах наиболее тектонически ослабленных ЮЗ — СВ направления, послужившие каналами для подъема рудоносных растворов. Вполне естественно, что в такой тектонически сложной толще рудного поля морфологические разновидности и строение рудных тел чрезвычайно разнообразны, о чем свидетельствует следующая графо-фотодокументация, проведенная в основном в подземных условиях по наиболее крупным промышленным жилам.

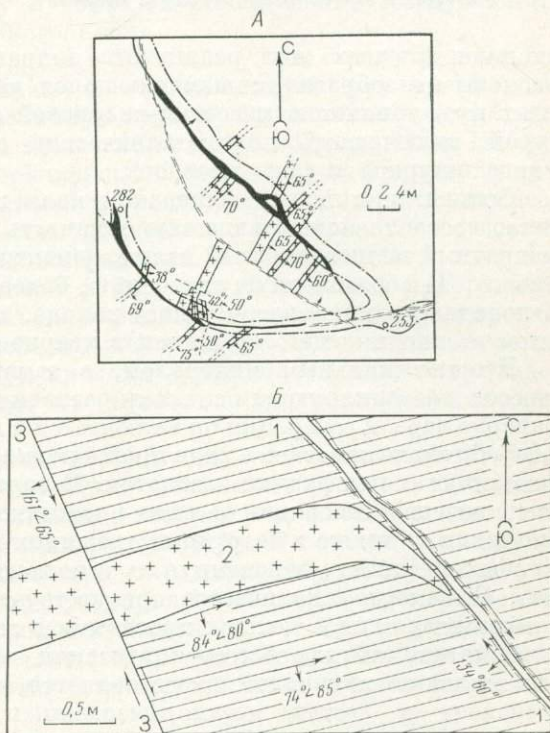


Рис. 36. На верхней зарисовке А серия маломощных даек сечется рудной жилой, получившей кольцевую форму вследствие наличия косопересекающихся трещин, являющихся к тому же микросместителями серии даек. Восточный участок Бестюбе, жила 2. По А. В. Богданову. На нижней зарисовке Б дайка (2) делает загиб по встречной первичной трещине (1), занятой в последующем рудной жилой. В обратном направлении дайка микросмещается по трещине (3) последайкового возраста. По А. П. Смолину. Жила 2, Восточный участок Бестюбе

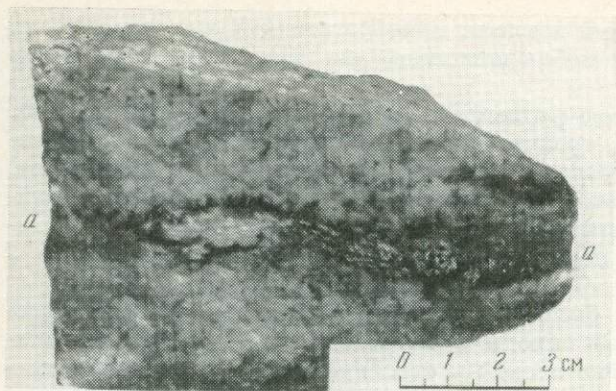


Рис. 37. Рудный штафф кварца с прослоем (а—а') сульфидов (черное) и золота (белое). Жила 9. Бестюбе

и наличие рудных жил различного направления и форм минерализация их довольно однообразна, но изменяющаяся количественно. Внешне руда в штабелях представляется массивно-кварцевой с преобладающей полосчатой текстурой, включающей полиметаллические сульфиды и часто видимое золото в виде шнурков и даже прослоев.

Основным жильным минералом является крупнозернистый кварц белого цвета, составляющий полностью мощность жилы. Отличается от него полупрозрачный мелкозернистый кварц, цементирующий брекчированные линзочки первого. За обособленную генерацию, более позднюю, следует принять третью разновидность стекловато-мутного кварца, ассоциирующего с кальцитом и хлоритом и заполняющего трещинки в кварце первой генерации.

Вторым жильным минералом, в заметном количестве присутствующим в жилах и ассоциирующим со всеми разновидностями кварца, является кальцит. В кварце первой генерации он включается в виде зерен ромбоэдрической формы, но значительно заметнее в виде прожилков встречается в полосчатых текстурах, ассоциируя с сульфидами и золотом. В гораздо большем количестве кальцит более поздней генерации в виде прожилков, секущих все кварц-сульфидное тело жилы, а также в безрудных трещинах поперечного направления и вообще в любых трещинах, цементируя их в последнюю стадию формирования рудных жил. В заметном количестве присутствует в полосчатых текстурах серицит, но преимущественно целыми прослоями в зальбандах жил, обуславливая этим метасоматический процесс серицитизации вмещающей породы. Наиболее молодым жильным минералом представляется хлорит, включенный как основной компонент в состав метаморфизованных боковых пород околожильной зоны.

Самыми ранними сульфидными минералами являются золотоносные пирит и арсенопирит, особенно обильные в околожильной зоне и в гораздо меньшем количестве в кварце жилы. Однако главными рудными минералами следует считать более поздние сульфиды: антимонит, блеклая руда, сфалерит, галенит, буланжерит. Все эти минералы обычно связаны с полосчатой текстурой и обуславливают высокое содержание золота, нередко в виде прожилков мощностью

Многочисленные рудные жилы общим количеством свыше 55 распределяются группами на трех участках: Центральном — 10, Восточном — 25, Западном — 5. Кроме этих жил, по северной окраине рудного поля канавами было вскрыто еще 15 жил самых различных направлений и, по-видимому, не имевших промышленного значения.

Очень характерным для рудного поля является то, что несмотря на значительную площадь оруденения

до 1 см. Такие прожилки обычно наблюдались в тесном срастании с перечисленными сульфидами. Высокая концентрация золота, определяя наличие золоторудных столбов, особенно часто встречалась в жилах Центрального и Западного участков (жилы: 9, Промежуточная и Южная; рис. 37). Редко встречались включения шеелита, халькоширита, пирротина и еще более редко бурнонита, самородной сурьмы и висмута.

Исходя из качественного и количественного соотношений минералов в жилах, бестюбинские золотоносные руды следует отнести к кварц-карбонатной сульфидной формации.

Рудоносные растворы, отложившие такую минерализацию, являясь конечным продуктом дифференциации диоритовой магмы, поднимались из магматического очага, найдяшегося под рудным полем, что подтверждается наличием на нем более ранних дериватов общей магмы — диоритовых тел и даек. Подобная структурная магматогенная ситуация, как и минерализация рудного поля, чрезвычайно сближают Бестюбинское рудное поле со Степнякским, оправдывая отнесение их к одному и тому же степнякскому интрузивному комплексу (Ю. А. Билибин, Н. А. Фогельман).

Изменения и минерализация околожилльной зоны. Рудная минерализация проникла в околожилльную зону вмещающих туфо-песчано-сланцевых пород на различную глубину в зависимости от состава, степени смятия и трещиноватости их примерно от долей метра до 1,5 м. Наблюдается две стадии изменения и минерализации боковых пород. Первая по времени предшествовала термальному процессу, когда только что образовавшиеся трещины под воздействием динамометаморфических процессов способствовали последовательно карбонатизации, силицификации, серицитизации и хлоритизации их. При наступлении термальной фазы первыми рудными минералами, проникшими в околожилльную зону в виде вкрапленников, были пирит и арсенопирит. Позже, когда усилилась рассланцовка и смятие околожилльной зоны, началось по швам полосчатой текстуры проникновение более поздних сульфидов в виде тонких прожилков и шнурков, что обусловило в ограниченной степени золотоносность околожилльной зоны.

Зона окисления доходит в среднем до 30 м, опускаясь ниже до 40—60 м только в форме карманов. Зона окисления указанных размеров составляет только часть зоны древнего выветривания, которая опускается значительно глубже, особенно линейная, по разломам рудных жил. В последних как руды, так и вмещающие породы более интенсивно окрашены гидроксидами железа на участках с полосчатой текстурой и в брекчированных слоях. Кроме лимонита и различных гидроокислов железа, жилы и околожилльная зона окрашиваются местами медной зеленью и синью, а также скородитом и сурьмяными охрами, причем признаки лимонитизации в виде тонких прожилков и примазок наблюдались до горизонта 95 м.

Текстуры рудных жил различны по времени образования и положению в теле рудных жил, что влияло на распределение золота в них. На всех рудных участках наблюдается три текстуры: массивная, полосчатая и брекчиевая.

Первая текстура образуется путем заполнения жильнорудным материалом открытых полостей, главным образом наиболее обильным белым кварцем первой генерации с рассредоточенными вкраплениями в нем сульфидов. Такие участки

вследствие пульсирующего нарастания мощности рудной трещины, часто сменяются полосчатой текстурой.

Господствующей текстурой является полосчатая, при этом следует различать две разновидности способа образования ее. Первая может быть названа послышной, образующейся при непрерывно идущем раскрытии трещины, когда отлагающиеся слои рудного кварца переслаиваются с тонкими примазками породы из отступающей вверх стенки трещины. Такие примазки обычно глинистой консистенции могли оставаться безрудными или успевали оруденеть, если поступление рудоносных растворов шло без перерыва за время нарастания мощности жилы (рис. 38). Вторая разновидность образуется в случаях, когда сравнительно мощный отслой рассланцованной или смятой породы, уже претерпевшей предрудное метасоматическое замещение, становится рудным. Непрерывно идущие подвижки при этом благоприятствуют появлению особенно богатых сульфидами и золотом прослоев. Такой участок рудной жилы показан зарисовкой (рис. 39), которая фиксирует слой боковой породы — перемежающихся песчано-глинистых сланцев, превращенный в рудную жилу со сплошной полосчатой текстурой (черное), включающей богатый золотом слой сульфидов (белое). О том, что подвижка по трещине была значительной, подтверждает несогласие пластов породы в висячем и лежащем боках жилы.

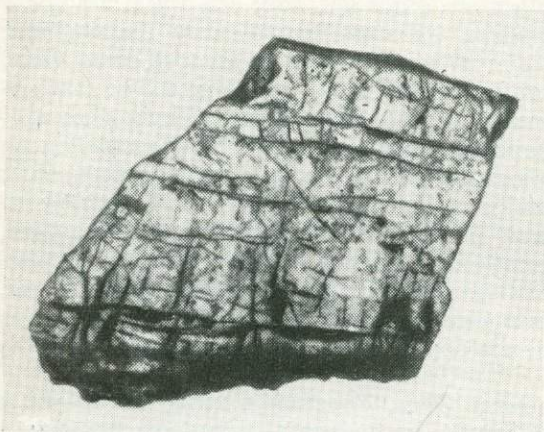


Рис. 38. Полосчатая текстура рудной жилы, послышно перемежающаяся со слоями кварца и тонких слоев смятой или минерализованной породы. Бестюбе

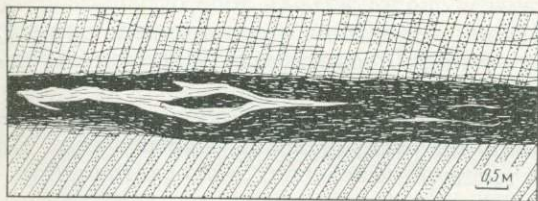


Рис. 39. Сплошная полосчатая текстура оруденелого слоя смятой породы с прослоями сульфидов, богатых золотом (белое). Промежуточная жила Западного участка Бестюбе

Брекчиевая текстура, как и полосчатая, отражающая этап относительных подвижек блоков породы, рассекаемых рудоносными трещинами, часто встречается в виде линзовидных слоев внутри рудных жил, что определяет сходство ее по форме с полосчатой текстурой, но отличает по составу и времени образования. Брекчированию подвергался уже отложившийся рудный кварц в результате межслоевых подвижек внутри жилы на участках с полосчатой текстурой. Среди слоев кварца прослой боковой породы, безрудной или минерализованной сульфидами, оказывались более податливыми скольжению, возникавшему при относительном движении висячего и лежащего боков трещины, при этом кварцевые слои распадались на куски и передвигались. На рис. 40 показаны последовательные стадии

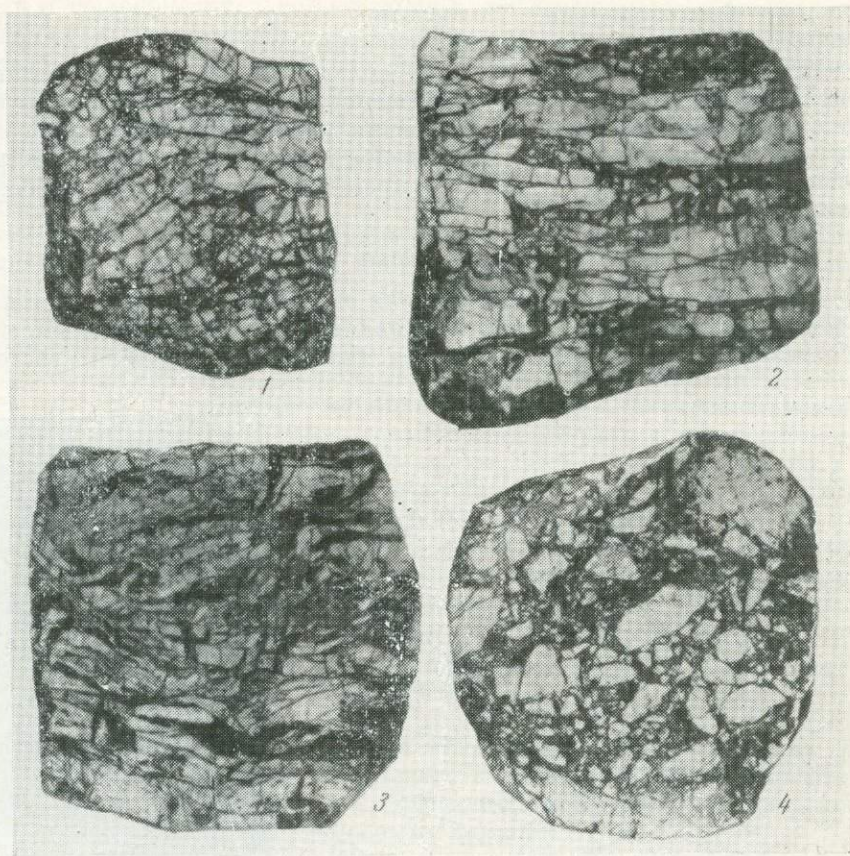


Рис. 40. Стадии брекчирования слоев кварца в рудной жиле с полосчатой текстурой в результате междуслойных подвижек.

1 — слои кварца нарушены; 2 — распадение и смещение кусков кварцевого слоя; 3 — то же, для слоев, сохранивших следы первичных складок; 4 — полный распад и перемещение дезориентированных кусков кварца. Бестюбе

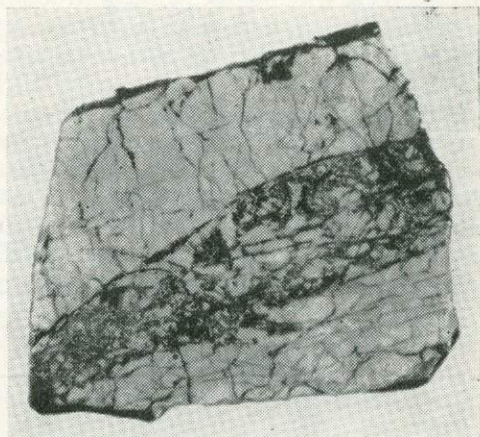


Рис. 41. Жила рудного кварца массивной текстуры, включающей брекчированный слой кварца, минерализованный сульфидами. Бестюбе

процесса брекчирования. Полосчатая текстура нарушена (фиг. 1); распавшиеся куски слоев кварца передвинулись (фиг. 2), сохранив в некоторых случаях следы первичных складок нацело окварцованной породы (фиг. 3) и полный распад и перемещение дезориентированных кусков кварца (фиг. 4). Редкий случай брекчирования кварцевого слоя, минерализованного золотоносными сульфидами, наблюдался на участке кварцевой жилы с массивной текстурой, причем цемент ее кремнисто-железистый, слабозолотоносный (рис. 41).

4. Строение рудных жил

Большая часть жил рудного поля находится на Центральном участке, который в структурном отношении является наиболее сложным, что не могло не отразиться на строении рудных тел. Все они залегают в юго-восточном крыле

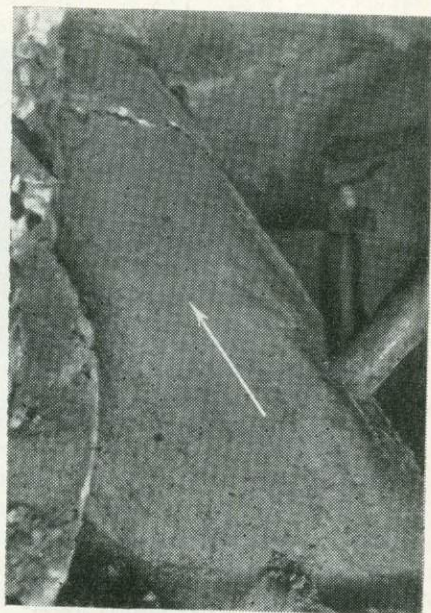
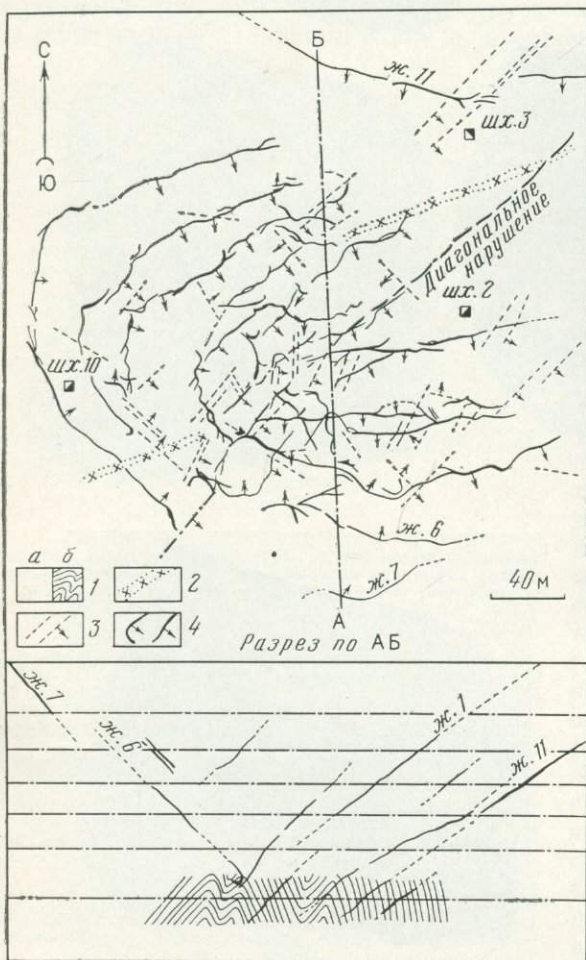


Рис. 43. Продольнобугристый рельеф лежащего бока жилы с зеркалом и штрихами скольжения по падению вследствие взбросового движения до ее оформления. Жила 9, горизонт 100 м, шахта 2, Центральный участок Бестюбе

Рис. 42. Сопряженный погоризонтальный план и схематизированный вертикальный разрез рудных жил Центрального участка месторождения Бестюбе. Составлен при участии автора.

1 — перемежающиеся туфосланцы и туфопесчаники; 2 — дайки кварцевых альбитофиоров; 3 — нарушения; 4 — рудные жилы. См. рис. 28.

синклинали перемежающихся туфосланцев и туфопесчаников в непосредственном окружении двух линзовидных тел гранит-порфиров (см. рис. 28). В совокупности жилы похожи на птичье гнездо, свитое из прутьев, погружающееся вниз в форме конуса. Такое скопление рудных жил образовалось вследствие сопряжения многочисленных сколовых и разрывных трещин, облегающих конусообразный массив пород по касательным линиям к нему (рис. 42). Сопряженный погоризонтный план и вертикальный разрез составлялись геолого-маркшейдерским отделом при участии автора, что было нелегкой задачей при уязвке по горизонтам большого количества рудных жил и их отрезков, невыдержанных по простиранию и падению, к тому же еще сопрягавшихся с частыми нарушениями дорудного возраста. Вследствие этого жилы в вертикальном разрезе не были полностью уязваны, тем более что многие проходки уже были погашены или по своим размерам не были доступны для ведения фотодокументации. Кроме того, жилы, прожилки и их смещенные части, встречавшиеся при продвижении забоев, получали различные порядковые номера. К сожалению, использование этого же плана с горизонтами, различно окрашенными, что позволяло бы безошибочно уязвывать жилы по вертикали, не могло быть реализовано.

Вопросу о причинах, создавших конусообразную форму массива, включающего систему кольцевых жил, было уделено особое внимание. Тщательное изучение штрихов и зеркал скольжения в лежащих боках рудоносных трещин установило взбросовое движение массива, обусловленное региональным сжатием в направлении СЗ — ЮВ. Это подтверждается характером штрихов скольжения, направленных на лежащих боках по линиям падения всех жил без исключения. В том же направлении ориентирована бугристость последних (рис. 43), а слои туфопесчаников в всячих боках загнуты вниз (рис. 44).

Приведенные наблюдения позволяют сделать вывод, что конусообразный массив туфопесчаниковых пород, будучи высвобожденным, выжимался вверх по типу горста. Это приводило к сильному смятию его, оживлению осевого разлома «Диагональное нарушение» и образованию сопряженных кольцеобразных трещин, использованных рудоносными термами.

Сохраняя на всем протяжении общее кольцеобразное простирание, рудные жилы Центрального участка в составных своих частях включают крайне изменчивые перемежающиеся разновидности формы, мощности и текстуры. Эти основные структурно-рудные факторы, обуславливающие распределение золотоносности в пределах оруденелого конусообразного тела иллюстрируются следующими приведенными ниже рисунками.

Рис. 45. При подвижке в разломе пласт породы мощностью в 1,6 м был сильно сжат, вследствие чего он распался на мелкие глыбы, по трещинным ограничениям которых образовались смятые прослои, ставшие легко доступными для проникновения рудоносных растворов, отложивших кварцеворудный материал. Хотя отдельные включения рудного кварца, особенно маломощные, разбиты трещинами, но формы не потеряли, сохранив и рисунок полосчатой текстуры. Из этого следует, что образование таких рудных форм происходило в ранее раздробленной зоне с последующим раздавливанием в плоскости зоны при послерудных подвижках, следы которых (штрихи скольжения) наблюдаются в кровле (а).

Рис. 46. Образование двух ветвей рудной жилы и прожилков между ними двух направлений в соответствии с ромбом напряжений в зоне сильного смятия

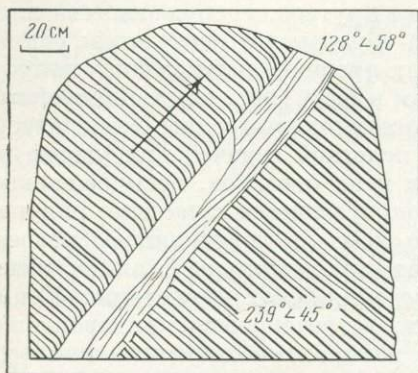


Рис. 44. При взбросовом движении по трещине слои породы висячем боку получили загиб, направление которого определенно устанавливает взбросовое движение. Жила 15, горизонт 115 м, шахта 2, Центральный участок Бестюбе

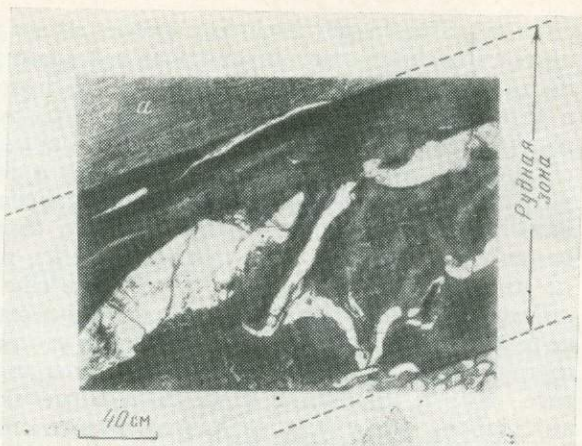


Рис. 45. Образование рудных тел в мощном пласте боковой породы, отслоившемся при подвигке в первичном разломе. На повторную послерудную подвижку, вызвавшую микросмещения тонких рудных прожилков, указывают штрихи скольжения в кровле (а). Жила 9, горизонт 75 м, шахта 2, Центральный участок Бестюбе

(А), ограничиваемой мобильными швами (а — а и б — б). Движение взбросо-сдвиговое фиксируется штрихами скольжения по плоскости лежачего бока (В).

Рис. 47. Утолщение жилы, зарисованное рудничным коллектором как послерудный сдвиг. В действительности же такая форма жилы образовалась благодаря коленчатому разлому первичной трещины с послерудным микросмещением по крутопадающей трещине (а—а). Отсутствие надвига послерудного возраста доказывается отсутствием брекчии рудного кварца и сохранностью выступа рудного кварца вниз в левой части жилы.

Рис. 48. Этот интересный случай дорудного смещения двух рудных жил 1 и 2 потребовал тщательной подготовки стенки штрека для фотографирования.



Рис. 46. Образование разветвленной рудной жилы и прожилков в сильно смятом пласте боковой породы (А), ограниченном двумя мобильными швами (а, б). Штрихи скольжения фиксируют движение взбросо-сдвиговое (В). Жила 4, горизонт 115 м, шахта 2, Центральный участок Бестюбе

Утолщение жилы 1 произошло в результате дорудной просадки левого клина лежачего бока по шву б, не секущему рудный шлейф а жилы 2. Рудный шлейф, представляющий собой зацементированную рудным кварцем гофрировку волочения слоя породы, определяет движение висячей кровли жилы 1 влево еще до образования обеих жил. Послерудная микроподвижка шла по шву б, нарушив прожилок в.

Рис. 49. Утолщение рудной жилы при косом сопряжении двух дорудных трещин в резуль-

тате просадки углового клина вниз, причем острый конец был сильно смят и частично замещен кварцеворудным материалом. Движение по основной трещине подтверждается несогласием перемежающихся слоев туфопесчаников и туфосланцев в висячем и лежащем боках жилы, а движение клина вниз — загибом прослоек рудного кварца и породы. Зарисовка точно передает рисунок полосчатой книжной текстуры вмещающей породы.

Рис. 50. Сложные рудные формы образовались в трещиноватой зоне в результате перемещения глыб туфопесчаника по системе трещин дорудного возраста. Возникшие при этом максимально раздробленные участки породы метасоматически замещались рудным кварцем. Такая рудная ситуация, на первый взгляд, производит впечатление послерудного брекчирования кварцеворудного материала, но этому противоречит отсутствие типичных рудных брекчий, а в большей степени — сохранность тонких рудных заливок по трещинам, а также сохранность первичной полосчатой текстуры туфопесчаника. Однако по некоторым трещинам (1, 5, 6) были послерудные скольжения, производившие смещения, но без брекчирования рудного кварца.

Рис. 51. Надвиговое смещение по рудной трещине привело к несогласию слоев породы висячего и лежащего боков вследствие наличия двух смежных крутых складок (два рисунка справа). Жила 1, пересекая вкрест крутопадающие слои породы, имела нормальную мощность, но при подходе к утолщенным слоям передвинутого крыла складки в лежащем боку она резко утонилась и выклинилась, а ниже ее заменила апофиза нормальной мощности 2.

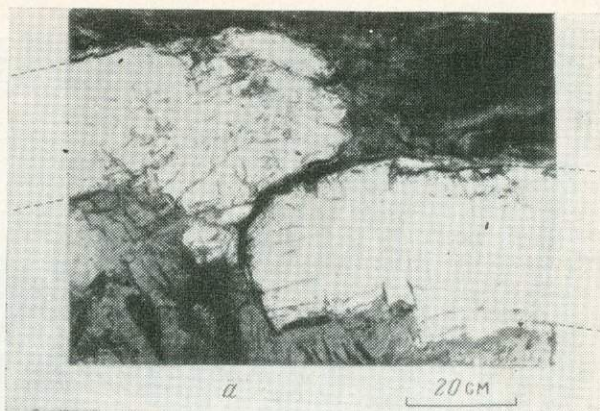


Рис. 47. Утолщение рудной жилы при встрече крутопадающей поперечной трещины (а) дорудного возраста, ошибочно зарисованное рудничным коллектором как послерудный надвиг. Жила 9, горизонт 75 м, шахта 2, Центральный участок Бестюбе

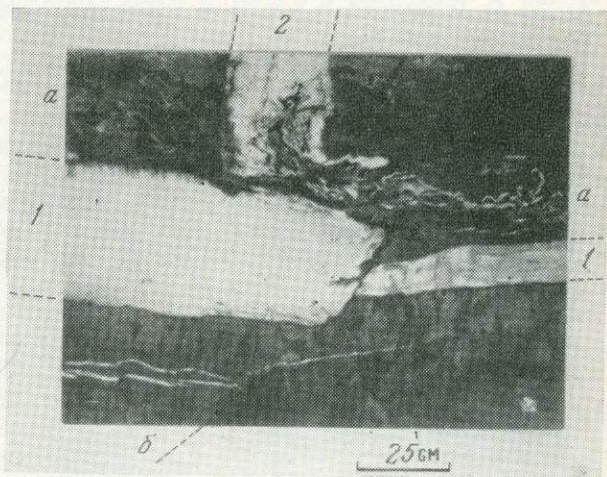


Рис. 48. Усложненные формы двух скрещивающихся жил (1, 2) в результате относительных движений вмещающих блоков породы по первичным пересекающим трещинам. Жила 9 и апофиза жилы 4. Горизонт 95 м шахты 2, Центральный участок Бестюбе



Рис. 49. Утолщение рудной жилы при косом сопряжении двух дорудных трещин в результате просадки углового клина вниз. Жила 1, горизонт 75 м, шахта 2, Центральный участок Бестюбе

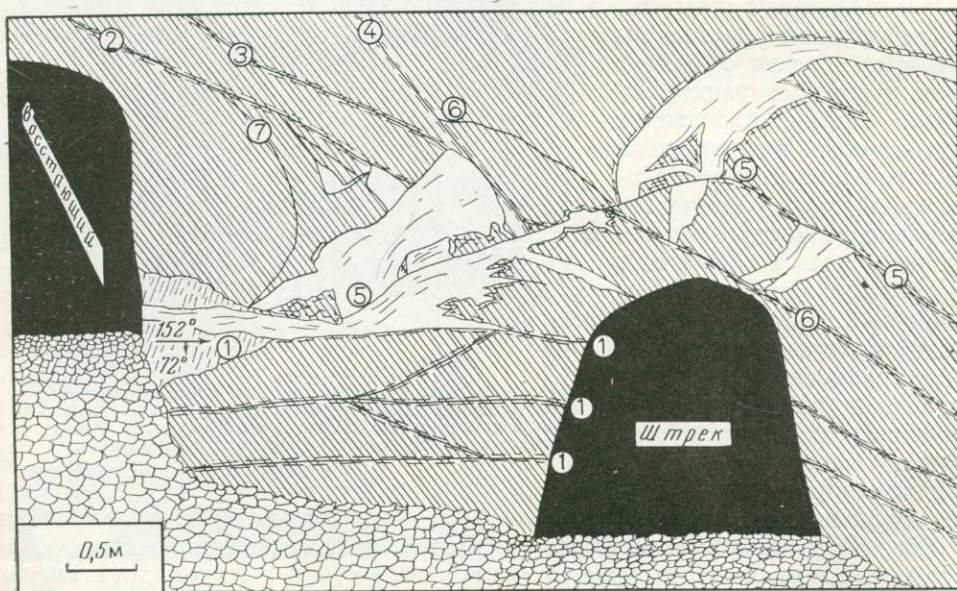


Рис. 50. Образование сложных рудных форм в результате перемещения глыб туфо-песчаника по трещинам (1—6) дорудного возраста с последующим оруденением. Последующие скопления на некоторых трещинах производили смещения, но без брекчирования рудного кварца (1, 3, 6). Жила 35, горизонт 75 м, шахта 2, Центральный участок Бестюбе

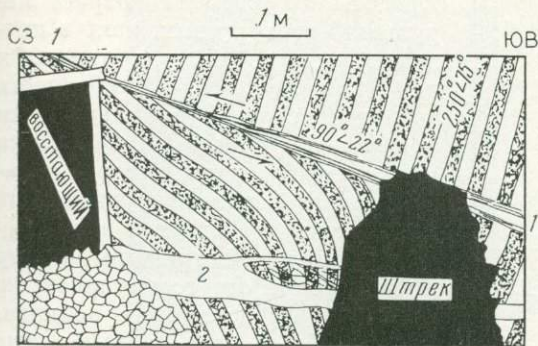


Рис. 51. Выклинивание рудной жилы при встрече пологих слоев вмещающей складчатой породы. Жила 1, горизонт 45 м, шахта 2, Центральный участок Бестюбе

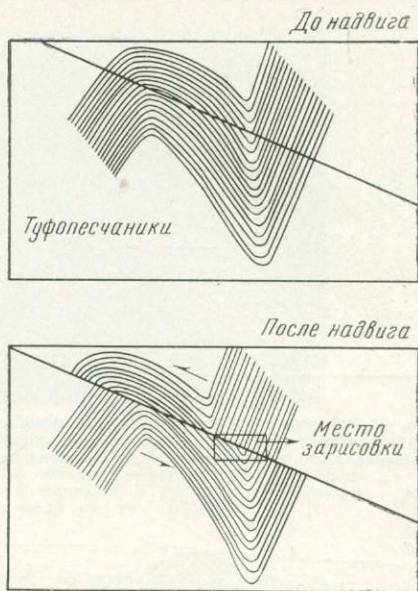


Рис. 52. Осложненная форма рудной жилы образовалась в лежащем боку основной рудоносной трещины, разбитом трещинками на клинья. Перемещение последних, вызванное движением по основной трещине, привело к появлению трещинных полостей с осколками раздробленных стенок, в последующем замещенными кварцеворудным материалом. Остатки незамещенных мелких брекчированных осколков сохранились внутри крючковатого загиба правой рудной формы (а).

Рис. 53. Форма рудного крючка, ошибочно принимавшаяся как результат послерудного загиба, в действительности образовалась путем притупления и смятия клина породы, высвобожденного двумя сходящимися трещинами и двигавшегося под влиянием сжатия и уплотнения вмещающей толщи. Рудный крючок, образовавшийся путем замещения кольцеобразно смятой породы, режет вертикальные слои породы, что, как и наличие ненарушенной полосчатой минерализованной текстуры внутри рудного загиба, совершенно исключает допущение послерудного возраста загиба жилы.

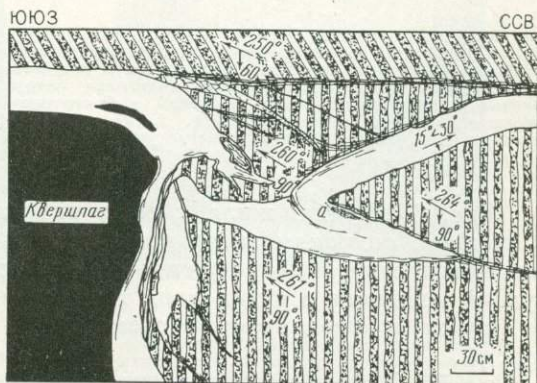


Рис. 52. Образование осложненной формы рудной жилы (а) в трещиноватой зоне лежащего бока основной рудной трещины. Жила 9, горизонт 95 м, шахта 2, Центральный участок Бестюбе

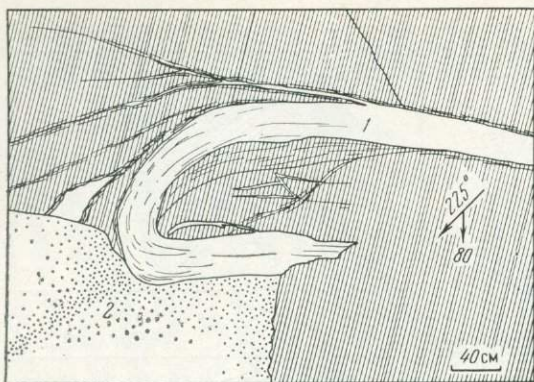


Рис. 53. Форма рудного крючка (1), ошибочно принимавшаяся как результат послерудного загиба. Жила 1; горизонт 100 м, шахта 2, Центральный участок Бестюбе

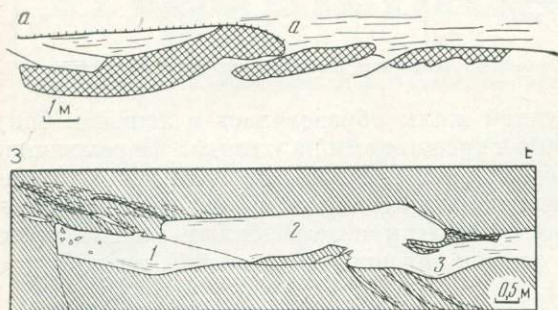


Рис. 54. Две зарисовки одного и того же участка рудной жилы. На верхней — рудничный документатор ошибочно фиксирует разобшение рудных тел в результате надвиговых движений. Нижняя зарисовка автора доказывает отсутствие таких движений и фактическое строение сложного рудного тела (1, 2, 3). Жила 9, горизонт 75 м, шахта 2, Центральный участок Бестюбе

Рис. 55. Рудная жила *a* сечет вкрест вертикальные слои туфопесчаников и сланцев, сохраняя значительную мощность, но с приближением к острой антиклинальной складке утоняется и выклинивается. При последующей послерудной подвижке в рудоносной трещине жила на этом интервале распадается на куски и брекчируется совместно с раздроблением подлежащих слоев породы.

Рис. 56. Рудная жила при встрече вертикальной зоны трещиноватости по напластованию туфопесчаников проходит ее с осложнением: становится несколько круче, заходит в нее, расщепляясь на тупо выклинивающиеся ветви. Значительной послерудной вертикальной подвижки, по-видимому, не было, так как брекчия рудного кварца отсутствует.

Рис. 54. Как уже отмечалось, на руднике Бестюбе в течение длительного времени возраст разрушений всех рудных жил в пределах рудного поля принимался как послерудный, ошибочность чего иллюстрируется следующим примером. Верхняя зарисовка рудничного документатора показывает разобщенные рудные тела как результат надвигов в плоскости рудоносной трещины. Этому противоречит отсутствие швов, по которым происходили надвиги. Единственный показанный шов (*a—a*) почему-то зарисован над рудным телом, а не под ним, а движение по нему слева направо опровергается наличием четких штрихов скольжения висячем боку жилы, по линии ее падения. Кроме того, имелись бы швы надвига под двумя правыми рудными телами. Нижний же участка отражает действительно наблюдаемое осложненное строение рудного тела. Швов надвиговых как таковых нет, утолщение рудного тела образовалось путем замещения отслоев боковых пород, несколько смещавшихся по линии падения первичной трещины, как подтверждают штрихи скольжения. Все эти факты доказывают отсутствие послерудной деформации первичной формы рудного тела.

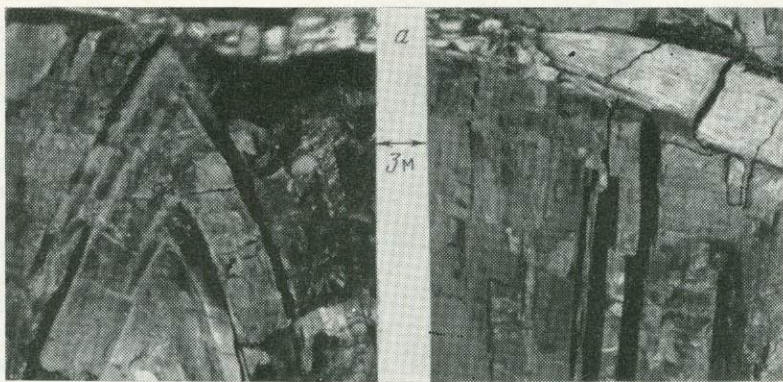


Рис. 55. Рудная жила, пересекает вкрест крутонадающие слои туфогенной толщи, имела нормальную мощность, но на острой антиклинальной складке она утоняется и выклинивается, а после пострудной подвижки в плоскости рудоносной трещины она брекчируется. Жила 15, горизонт 15 м, Восточный участок Бестюбе



Рис. 56. Расщепление рудной жилы при встрече вертикальной зоны трещиноватости при отсутствии пострудной подвижки. Восточная жила, горизонт 60 м, шахта 6, Восточный участок Бестюбе



Рис. 57. Увеличенная мощность сложной пластообразной жилы при косом скрещении с зоной дорудного нарушения. Жила 4, горизонт 43 м, шахта 1, Восточный участок Бестюбе

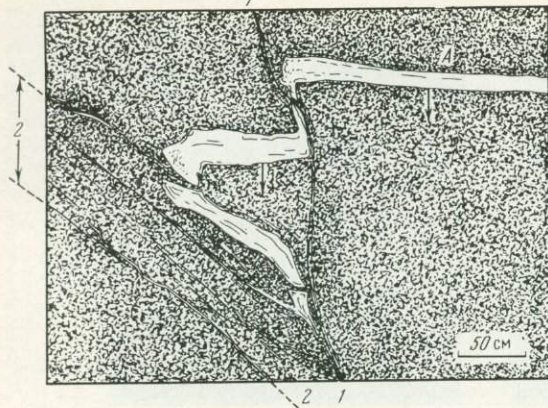


Рис. 58. Ступенчатое осложнение рудной жилы (А) при встрече поперечно-крутой трещины (1—1) и косо́й зоны смятия с трещинами (2—2) дорудного возраста. Жила 35, горизонт 75 м, шахта 2, Центральный участок Бестюбе

ны 1—1 и зоны смятия с косыми трещинами 2—2 дорудного возраста образовалось ступенчатое осложнение. Перерывы отдельных отрезков жилы получились благодаря микроподвижкам во время рудоотложения при наличии жильной глинки, препятствовавшей полному залечиванию шва рудным кварцем. Брекчия в сочленении рудных отрезков отсутствует, и тонкие концы их не нарушены последними микроподвижками благодаря наличию жильной глинки. В зоне смятия трещиноватости 2—2 вследствие затрудненной проницаемости рудоносных растворов отложились только рудные «прохлестки».

Формы рудных жил при скрещении с дорудными мобильными трещинами. Как уже отмечалось, часто встречавшиеся геологами Бестюбинского и Степнякского рудников трещины сместителей дорудного возраста определялись как послерудные, поэтому мы считали необходимым особо тщательно фиксировать их. Если ранее на многих других золоторудных месторождениях Урала и Сибири наблюдался наиболее известный тип скрещений в виде флексурного загиба, заходящего в плоскость дорудной трещины, по положению которого определялось направление движения, то здесь на рудном поле Бестюбе скрещения очень разнообразны и в некоторых случаях расшифровываются с трудом. При определении возраста трещины ввести в заблуждение может наличие жильной глинки, если упускалось из виду, что последняя могла быть отложена дополнительно при повторном послерудном движении, что является характерным почти для всех трещин подобного рода на рудном поле Бестюбе. В подобных случаях подтвердить повторность движения может присутствие двух систем борозд и штрихов скольжения: более ранних на плотике трещины и более поздних в перекрывающем его слое жильной глинки. Являясь по существу эластичной смазкой при движении соприкасающихся породных блоков по трещине, жильная глина предохраняет от трещинных нарушений не только сами блоки, но и заключающиеся в них концы

Рис. 57. Участок рудной жилы широтного простирания с углом падения в 45° на юг при встрече Диагонального нарушения дорудного возраста с северо-восточным простиранием и углом падения в 65° . Как показывают элементы залегания, происшедшее косое скрещение первичных разломов предопределило образование сложного пластообразного рудного тела увеличенной мощности. Оруденению путем замещения подверглись дислоцированные крутопадающие слои туфо-песчаников, о чем свидетельствует форма отдельных рудных тел и следы первичной полосчатой текстуры их.

Рис. 58. В рудной жиле А при встрече поперечной крутой трещины

рудных жил. Подобные сопряжения рудных жил с мобильными трещинами дорудного возраста иллюстрируются следующими зарисовками.

Рис. 59. На фиг. 1 рудное замещение произошло, очевидно, за счет рассланцованного слоя породы, на что указывают прожилки, согласно отходящие от конца пластового рудного тела, ненарушенные при микроподвижках правого блока дорудной трещины со слоем жильной глинки. На фиг. 2 по рудоносной трещине, встретившей мобильный дорудный шов (Диагонального нарушения), оруденение проникло в него первоначально в виде двойного флексурного загиба с тонким прожилком в самом шве. Но при повторном послерудном движении правого блока флексурный загиб в нем передвинулся в обратном направлении, не испытав нарушения благодаря наличию в шве слоя жильной глинки; остался по той же причине ненарушенным и рудный промежуточный прожилок. На фиг. 3 показан случай, аналогичный фиг. 1, с тем только отличием, что конец рудной жилы при подходе к дорудной заглиненной трещине имеет тупое окончание.

На фиг. 4 две параллельные рудные жилы в скрещении с дорудной трещиной образуют заливы Г-образной и Т-образной формы. Заливы не нарушены послерудной микроподвижкой благодаря наличию слоя первичной жильной глины. На фиг. 5 сопоставлены два участка двух рудных жил на смежных горизонтах 100 и 113 м, причем рудные загибы одной и той же жилы направлены в противоположные стороны, имея сопряжение с дорудной трещиной, занятой в данном случае другой рудной жилой. Если следовать правилу образования флексурных складок при определении направления движения соприкасающихся блоков по трещине-сместителю, то здесь возникает кажущееся противоречие. Но, как показало изучение мобильности обоих участков, эта структурная неувязка

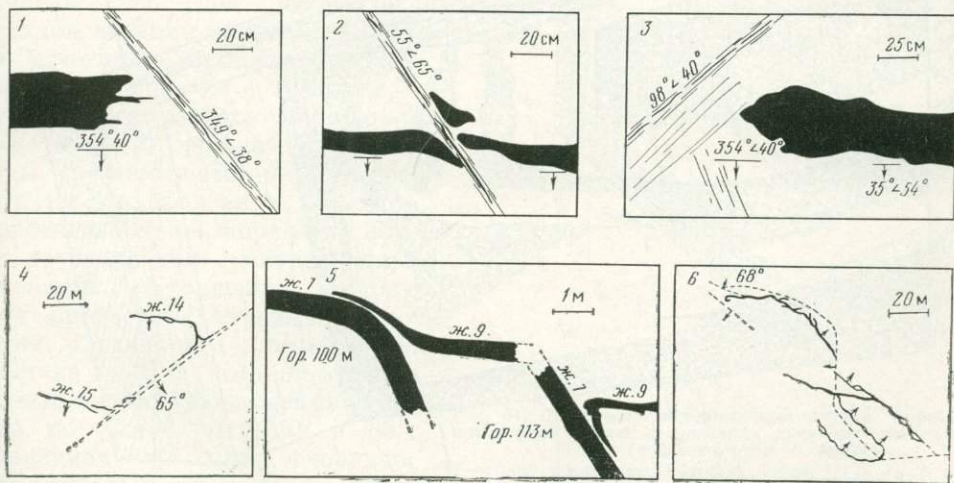


Рис. 59. Примеры форм рудных жил в скрещении с мобильными трещинами дорудного возраста.

1 — жила 9, горизонт 90—95 м, шахта 2, вертикальная стенка; 2 — жила 35, горизонт 75 м, шахта 2, вертикальная стенка; 3 — жила 4, горизонт 115 м, вертикальная стенка; 4 — сопряжение жил 14 и 15 с Диагональным нарушением, шахта 3, план; 5 — сопряжение жилы 9 с жилой 1 на горизонтах 110—113 м, шахта 2, вертикальная стенка; 6 — сопряжение кольцеобразных жил 22 и 12 с системой изогнутых дорудных трещин, горизонты 30—60 м, шахта 18, план. Бестюбе

находит следующее объяснение. Характер борозд скольжения в пунктах сопряжения жил устанавливает полную закономерность образования рудных загибов: на горизонте 100 м блок с жилой 9 двигался вниз, а на горизонте 113 м блок с той же жилой двигался вверх, что находится в полном соответствии с мобильностью глыб, включающих описываемые жилы и составляющих основной элемент строения Центрального рудного участка (см. рис. 42). На фиг. 6 в плане показано сопряжение рудных жил с системой изогнутых дорудных трещин, обусловивших кольцеобразную форму жильного оруденения. По безрудным трещинам проходили послерудные микроподвижки, как и в предыдущих примерах, не приводившие к деформации рудных жил вследствие наличия в них слоя той же первичной жильной глины.

Во всех шести приведенных примерах установление формы рудных жил при скрещении с дорудными трещинами ограничивалось наблюдениями обнажений их в стенках или в почве штрековых проходок с неглубокой вскрышей признаков мобильности тех и других. Это не позволяло создать объемное представление о взаимосвязи трещинных движений, предопределяющих локальное образование рудной формы и ее минерализацию. Поэтому в двух соответствующих пунктах были пройдены глубокие поперечные нарезки с осторожным препарированием вскрывавшихся структурных деталей, которые затем были оформлены в виде объемных блок-диаграмм, изображенных на приведенных ниже рисунках.

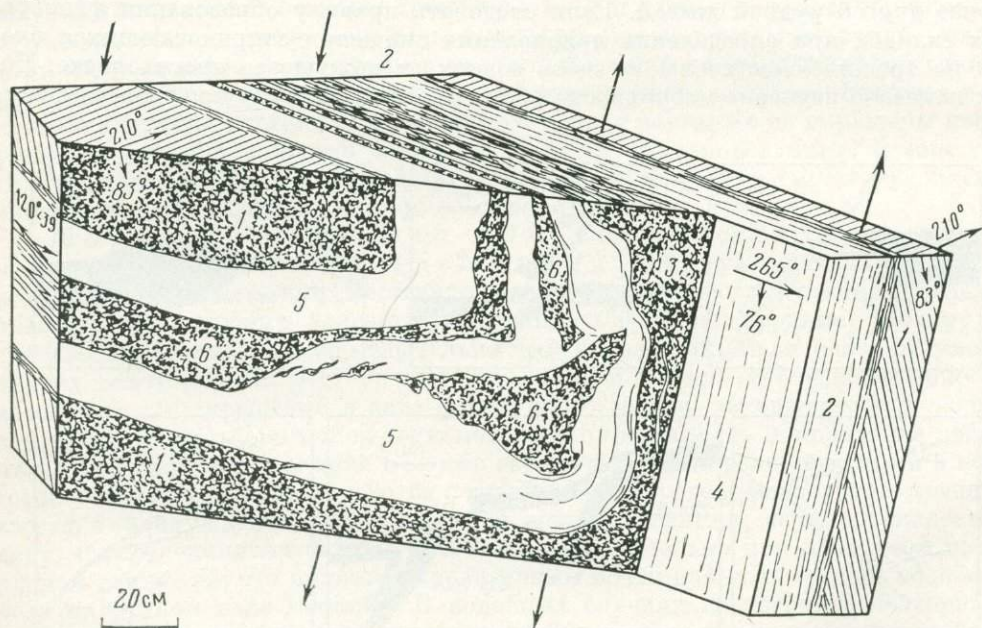


Рис. 60. Объемная блок-диаграмма, показывающая стадии формирования рудной жилы при скрещении со сместителем дорудного возраста.

1 — туфопесчаники-сланцы; 2 — сместитель-разлом расланцевания и смятия со штрихами скольжения (4); 3 — промежуточный слой смятой породы; 5 — кварцеворудные слои, загнутые параллельно плоскости сместителя; 6 — междурудные незамещенные слои породы. Жила 26, горизонт 45 м, шахта 19, Восточный участок Бестюбе

Рис. 60. Сместитель дорудного возраста представлен маломощным слоем сильно рассланцованного и смятого туфопесчаника-сланца 2 с крутым падением под углом в 70° . Штрихи скольжения, идущие по линии падения, судя по характеру углубления их, устанавливают движение висячего блока вниз, что подтверждается загибом как самой жилы 5, так и отслоев породы. Висячий блок сместителя, опускаясь вниз, в зоне скрещения был сильно разлистрован, вследствие чего происходило послонное оруденение с увеличенной суммарной мощностью, включающей породные слои, не замещенные рудным материалом 6. Прямым доказательством образования такой рудной формы в структурных условиях дорудного возраста является и полное отсутствие брекчий рудного кварца и сохранность внутренней полосчатой текстуры его. Слабую минерализацию и пониженную золотонность рудного тела в зоне сместителя следует объяснять отсутствием интерминерализационных подвижек, как известно всегда сопровождающихся отложением более поздних высокозолотоносных сульфидов.

Рис. 61. Блок-диаграмма показывает соотношение трех блоков: I — кровли рудной жилы, II — плотика рудной жилы, III — рудного тела. Рудоносная трещина с углом падения в 40° образовалась путем надвига висячего блока породы, что доказывается штрихами скольжения, идущими несколько косо (под углом 60°) к линии падения трещины. Штрихи отчетливо отражены в плоскости раскрытия трещины — в кровле и на плотике жилы (1-1 и 2-2), причем слои породы, срезаемые этой плоскостью, загнуты в направлении, обратном движению блоков, определяя форму двусторонней разъединенной флексуры. Утолщение рудного тела произошло вследствие просадки плотикового клина (Б) по трещине 3-3, в которой отпечатались штрихи скольжения, идущие по линии падения в 85° . Первичная трещина, очевидно, заполнялась рудным белым кварцем путем замещения отслоев вмещающей породы, о чем свидетельствует оставшийся незамещенным отслоем внутри жилы (4).

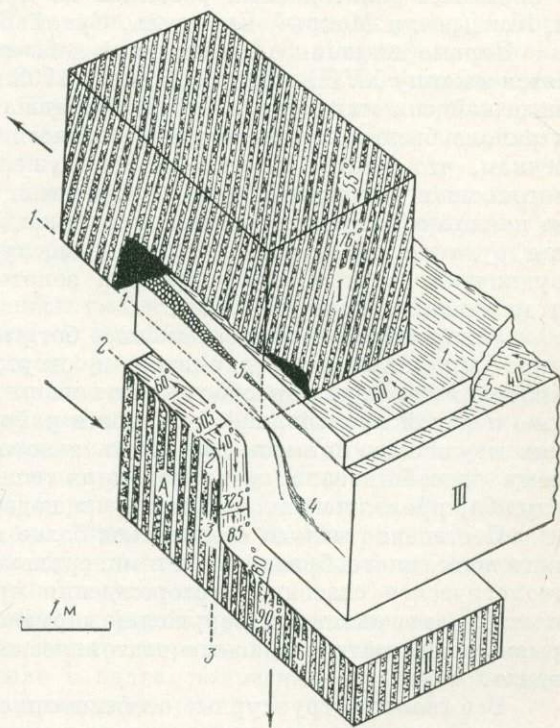


Рис. 61. Объемная блок-диаграмма стадий формирования рудной жилы в условиях движения вмещающих блоков (туфопесчаники — сланцы).

I — блок породы висячего бока жилы; II — то же лежачего бока; III — тело рудной жилы; Б — клин породы лежачего бока, просевший вниз по трещине 3-3. 1-1 и 2-2 — плоскости смещения со штрихами скольжения и загибом слоев породы по ходу движения; 4 — безрудный слой породы внутри жилы; 5 — интерминерализационная обогащенная трещина. Жила 9, горизонт 100—115 м, шахта 2. Центральный участок Бестюбе

Последней стадией сформировавшейся таким путем жилы было появление интерминерализационной трещины по наиболее слабому слою полосчатой текстуры, заполненной слоем брекчированного кварца, зацементированного высокозолотоносными сульфидами более поздней генерации (5—5).

IV. Месторождение Бериккуль

1. Краткий очерк изучения и эксплуатации месторождения

Золото в Тисульском районе было известно еще в древние времена народам, населявшим Западную Сибирь (чудь, или монголы). Сохранились следы примитивной добычи рудного золота в районе рудника. Добыча здесь началась с промывки золотоносных россыпей по притокам главной водной артерии — р. Кии (речки Мокрый Бериккуль, Сухой Бериккуль и др.).

Первые сведения о современной добыче золота в Тисульском районе относятся к концу XVIII столетия, когда в 1798 г. на рч. Каштак в 6 км от с. Тисуля была найдена «серебряная» руда, оказавшаяся бедной. Вскоре (август 1828 г.) в районе было открыто россыпное золото по рч. Бол. Бериккуль и соседним речкам, что быстро привело к обнаружению первоисточников — многих золотоносных кварцевых жил, разработка которых, однако, задерживалась до полной отработки россыпей, примерно до 1900 г., когда была найдена богатая руда по рч. Сухой Бериккуль, послужившая основанием для проходки рудничных шахт. С этого времени золотодобыча начала бурно развиваться и достигла расцвета в 1913 г.

Ускоренная отработка наиболее богатых участков рудных жил сменявшаяся владельцами предприятия и отсутствие надлежащего геологического контроля порождали неоднократные спады золотодобычи, приведшие к убеждению о малой промышленной ценности района. Только в 1929 г. после нескольких неудачных попыток увеличить золотодобычу началось его возрождение, чему способствовала организованная геологоразведочная и маркшейдерская служба, проводившая опробование и подземную буровую разведку.

Постепенно начало создаваться более ясное представление о структуре рудного поля, многообразии форм и минерального состава рудных тел. Вместе с тем геологическое освоение месторождения чрезвычайно затруднялось наличием частых дизъюнктивных нарушений дорудного и послерудного возраста, неразрывно связанных с главным тектоническим разломом, секущим рудное поле вдоль.

Все геолого-структурные особенности месторождения при наличии во многих рудных жилах высокого содержания золота создали ему репутацию исключительно интересного золоторудного объекта и вполне естественно, что его часто посещали геологи, которые, как правило, не проводили серьезных исследований, а ограничивались записками поверхностных субъективных впечатлений о посещении подземных выработок.

Первое геолого-минералогическое описание месторождения было сделано в 1911 г. профессором П. П. Гудковым, причем его труд следует считать основополагающим, установившим главные элементы строения и минерального состава рудного поля. Составленная им геологическая карта района месторождения определяет, что диоритовые порфириды являются только вмещающими

оруденение, но генетически оно обнаруживает связь с более новыми изверженными породами. Этапы формирования месторождения даются в следующем порядке: 1) рудные трещины экзокинетического происхождения в основном минерализованы наиболее золотоносным пиритом и арсенопиритом первой генерации; 2) нарушения сопровождалось отложением в лежащих боках жил желтого, вероятно, вадозового кальцита; 3) возобновление отложения сернистых металлов из газовых эманаций в связи с интрузией гранитоидных кислых и основных фаций; 4) гидротермальное отложение кварца, кальцита второй генерации с включениями сернистых металлов.

Правильность последовательности всех этих явлений подтверждается нашими наблюдениями, причем указывается непосредственная связь их с соответствующими тектоническими спазмами, как отображено это на многочисленных зарисовках и фотоснимках.

В последующие годы было опубликовано несколько кратких работ по Берикую, а в 1921 г. геолог Д. В. Никитин, работавший на Берикую, составил детальную карту рудного поля, но не опубликовал к ней текста. В это же время геологи И. И. Чупилин, Ю. А. Кузнецов и М. А. Луппов производили опробование руд с основной целью выяснить возможность извлечения мышьяка.

В период 1932—1934 гг. на руднике работала геологоразведочная партия под руководством геолога Щеглова, давшая ощутимые результаты: были вскрыты и разведаны ряд жил на площади рудника и открыта в 3 км южнее рудная площадь Новый Берикую.

В последующие годы рудные запасы на площади Старого Берикую быстро отработывались, и к 1937 г. в результате отставания геологоразведочных работ от эксплуатации рудник оказался в прорыве.

В 1937 г. геологом В. К. Моничем был издан обстоятельный геологический очерк Берикуюского золоторудного района, содержащий стратиграфию осадочных, а также интрузивных формаций, с одной из которых более определенно доказывается генетическая связь золотооруденения как Старого Берикуюского рудника, так и соседних — Нового Берикую и Гавриловского. Кроме того, по первому более детально дается описание строения и минерального состава рудного поля, однако некоторые выводы об этапах трещинной тектоники месторождения расходятся с нашими наблюдениями.

Несмотря на значительный интерес, который проявлялся к золотоносному району в течение четырех десятков лет со стороны геологического мира, систематическое изучение рудного поля с целью получения возможно полного представления о его строении не проводилось.

Автору было предложено провести геологическую экспертизу Берикую и дать заключение по ряду поставленных геологических и производственных вопросов, главными из которых были:

1. Выяснение недостатков геологоразведочной службы и причин отставания разведочных и горноподготовительных работ.
2. Оказание повседневной помощи при оформлении подсчета рудных запасов.
3. Обоснование перспектив рудника на основе детального изучения структуры рудного поля.
4. Заключение о целесообразности заложения капитальной шахты.

На руднике нами было проведено предварительное ознакомление с имеющейся рудничной документацией и осмотр подземных забоев по основным рудным жилам. Это позволило убедиться в чрезвычайной сложности строения месторождения, а также о зачаточном состоянии документации тектонических элементов при отсутствии правильных представлений о возрасте нарушений. Чтобы выправить положение, потребовалось дважды посетить предприятие для тщательного ознакомления. В процессе выполнения задания выяснилась необходимость построения ряда вертикальных разрезов рудного поля, а для более наглядного представления о пространственной взаимосвязи рудных жил и нарушений их был составлен с помощью главного маркшейдера Е. И. Дусье и его сотрудников сопряженный погоризонтный план в масштабе 1 : 2000. Погоризонтная трещинная ситуация на этом плане была показана различными красками с целью дать ясное представление об изменении элементов залегания рудных жил и нарушений с глубиной, что, конечно, должно было облегчать направление выработок и поисков смещенных частей рудных тел.

Ориентиром для изучения рудного поля были приняты геологические данные В. К. Монича, более полно отражавшие геологию района месторождения. За основу же настоящего очерка была взята геологическая карта Б. А. Забокрицкого (1940 г.). Все наиболее ответственные структурные детали строения рудного поля путем зарисовок и фотоснимков выполнены лично автором, причем особое внимание уделялось установлению мобильности и возраста элементов трещинной тектоники.

Изучение месторождения после короткого перерыва было продолжено и происходило в содружестве с прибывшей на рудник исследовательской партией под руководством геолога Д. А. Тимофеевского.

Обобщенная документация месторождения нашла отражение в последующих разделах настоящего очерка.

2. Стратиграфическое положение и строение рудного поля

В работах геологов по Бериккульскому району нет единого решения вопроса о региональной тектонике с ее последовательными фазами развития, наоборот, в них указывается, что расшифровка тектоники древних осадочных толщ представляется довольно сложной задачей при наличии еще очень многих условных положений в отношении возраста формаций. К этому следует добавить, что меньшая неясность имеется и по вопросу о возрасте интрузивов, не всегда достаточно обоснованном, не говоря уже о их формах, в отношении которых имеются даже противоречивые суждения.

При наличии такой региональной геологической основы трудно было увязывать с ней локальную структуру месторождения, являющуюся по существу только небольшой деталью сложного тектогенеза района. Однако проведенные структурные наблюдения в пределах рудного поля позволили установить последовательность этапов формирования строения его.

Рудовмещающей породой является толща порфиритов, названная эффузивной мартайгинской формацией. Узкой полосой СЗ — ЮВ простирания шириной около 1 км в южной части рудного поля и утоняющейся до 0,5 км в северной она зажата между известняковой толщей с запада и массивом габбро-диоритов с востока. Известняковая толща, интенсивно мраморизованная, по нахо-

ждению в ней древней фауны (археоциаты) относится к кембрию, а габбро-диоритовый округлой формы массив, включенный в эффузивную толщу порфиритов, к силуру, причем прорезающая его дайкообразная полоса сиенит-порфира СЗ — ЮВ направления относится к девону. Восточнее, отграничиваясь от массива узкой полосой тех же порфиритов, расположился наиболее крупный интрузивный массив гранитов и гранодиоритов, также относимый к силуру (рис. 62). Все упомянутые интрузивные разновидности геологами (Т. М. Дембо, В. К. Мониц) относятся к так называемой Бериккульской интрузии, связанной с единым магматическим очагом, из которого магма поступала в течение нескольких фаз, причем основные разновидности ее считаются гибридными образованиями.

По данным геологической съемки, проведенной в 1942 г. И. М. Максимовым и Т. М. Дембо, мартайгинская формация эффузивов залегает в синклинали, юго-западное крыло которой с угловым несогласием занимает рудоносная полоса порфиритов, вероятно, подстилаемая размытой поверхностью известняковой толщи СЗ — ЮВ простирания и прорезаемая восточнее диоритовым массивом.

Вполне естественно, что складкообразование, проходившее под действием сил сжатия в направлении ЮЗ — СВ, сопровождалось появлением дизъюнктивов, а также смятием и расщеплением в осевом направлении синклинали. Интенсивность тех и других всецело зависела от податливости деформируемых пород. В этом отношении известняки, как более эластичные, не поразились трещинообразованием, а только послойно перекристаллизовывались в мрамор. Порфириты же вследствие своей хрупкости подвергались смятию и расслоению, что следует считать первоначальным структурным элементом формирования строения рудовмещающей порфиритовой толщи, представляющейся по форме

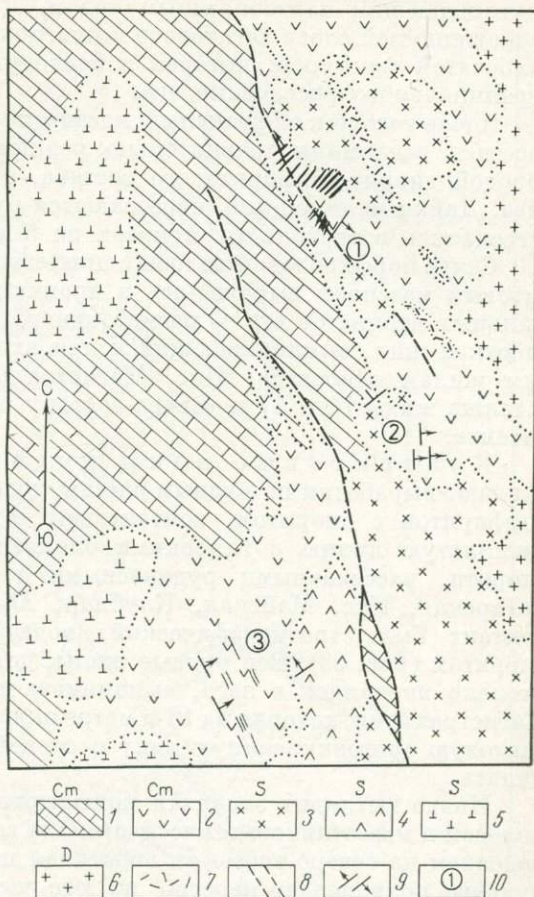


Рис. 62. Геологическая карта Бериккульского золоторудного месторождения. По Б. А. Забокрицкому, 1940 г.

1 — известняки Cm; 2 — порфириты, туфы Cm; 3 — габбро, габбро-диориты, диориты S; 4 — диоритовые порфириты S; 5 — сиениты S; 6 — граниты, гранодиориты S; 7 — сиенит-порфиры D; 8 — дизъюнктивы; 9 — рудные жили; 10 — рудники: 1 — Старый Бериккуль; 2 — Новый Бериккуль; 3 — Гавриловский

крутопадающим плитообразным телом. Для него характерна перемежаемость разновидностей слоев авгитового и плагиоклазового состава с явно выраженной полосчатой текстурой, которая в последующем обусловила возможность дифференциального расщепления его.

После того как эффузивный массив порфиритов стабилизировался, он был рассечен разломами сравнительно редкими, занятыми родственной дайковой породой диорит-порфиритового состава, относимой к глубинной фации эффузива. Дайки маломощные, пересекаются рудными жилами и дайками диабазов, встречались в нескольких пунктах на 6-м горизонте.

Связь порфиритовой полосы с прилегающим с восточной стороны габбро-диоритовым массивом выражалась в проникновении по слоям порфиритов тонких жильных дериватов его — пегматоидного и аплитового, наблюдавшихся в выработках жил, выклинивающихся при вхождении в диоритовый массив. К таким жилам относятся: Икс, Магистральная, Татарская на 6-м горизонте, а также жилы 14 и 17 к северо-востоку от Главного нарушения на 9-м горизонте.

Контактные зоны рудопосной полосы. Как устанавливаются выработки по рудным жилам, дошедшие до северо-восточного контакта порфиритов с диоритом, контактовая поверхность здесь представляет собой извилистую линию с глубокими блоково-округленными и узкими заливами диорита, рассекаемыми рудопосными трещинами (жилы Верхне-Татарская, Татарская, Икс, Майская, Клубная, Абакумовская). Из этого следует, что контакт был стратиграфический, подвергавшийся ассимиляции порфирита диоритом (рис. 63). Все рудные жилы, доходя до диоритового массива или несколько внедряясь в него, выклиниваются, чего не миновала главная жила Магистральная, которая на 18-м метре ниже 12-го горизонта (167 м), войдя в контактовую ороговикованную зону с серией карбонатных прожилков, выклинилась.

Иначе выглядит западная контактовая поверхность между порфиритовой полосой и известняковым массивом. Она волнисто-плоскостной формы с крутым падением на северо-восток и, подстилая порфириты, примерно в средней части рудного поля делает перегиб на юго-восток. Если контактовая поверхность и была первоначально стратиграфической, то вследствие сдвиговых перемещений по ней местами приобрела тектонический облик, что особенно отчетливо отразилось на участке выпуклости перегиба и по обе стороны его несколько севернее и южнее.

Севернее перегиба контактовой поверхности на 6-м горизонте в пределах участка жилы Забытой прослеживается зона карбонатных жил двух генераций в порфиритах у контакта с известняками (рис. 64). По трещинам 2, 3 и 4 отложился карбонат первой генерации (анкерит), по трещине 1 — более поздний розоватый крупнокристаллический кальцит. Жила 5 мощностью 20—30 см состоит из слоистой брекчии, зацементированной карбонатом первой генерации, затем вследствие возобновившегося движения жила была разбита S-образными поперечными трещинами, заполненными кальцитом второй генерации, тем же, что и трещина 1. Самая молодая подвижка была вертикальной по шву 4, где наблюдаются вертикальные штрихи скольжения с прослоем жильной глины. Вся эта трещинная зона шириной около 2 м имеет общее простирание порфиритовой полосы в 315° и вертикальное падение.

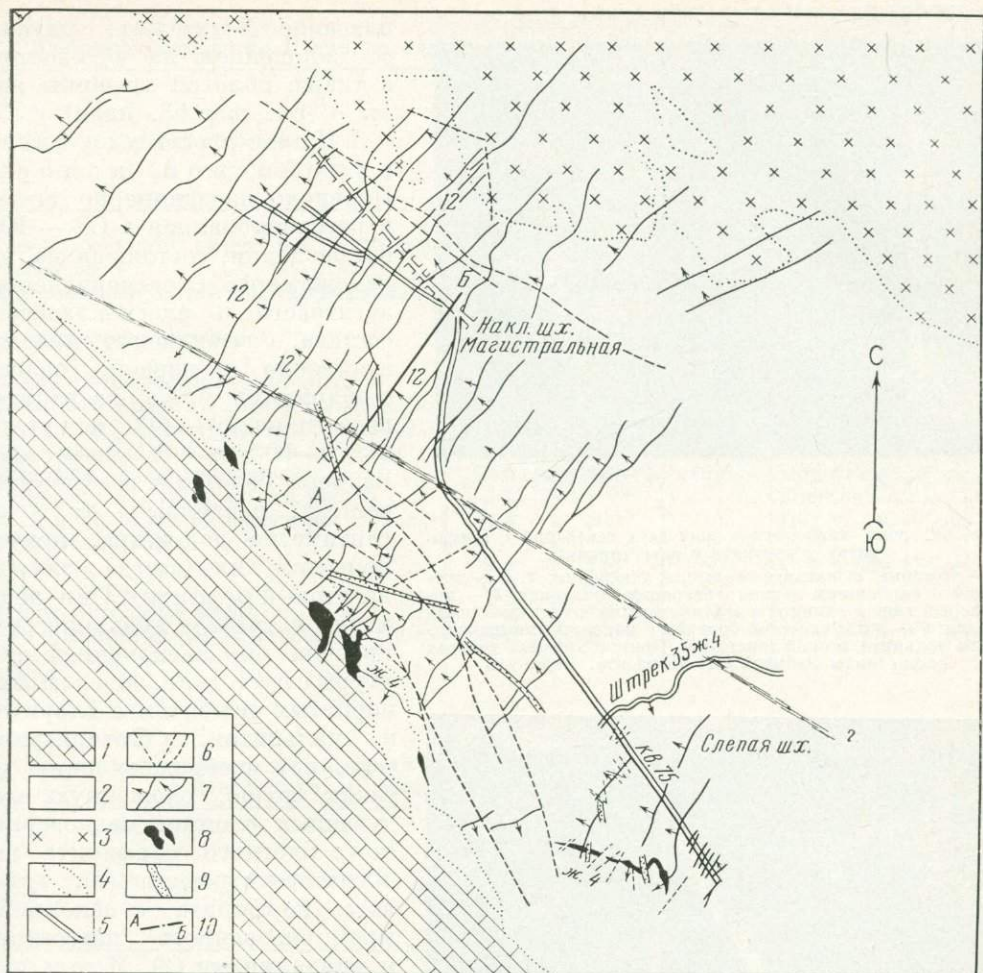


Рис. 63. Сопряженный погоризонтный план Берикольского рудного поля.

1 — известняки; 2 — рудовмещающие эффузивные порфириды; 3 — габбро-диориты; 4 — контактовая зона известняков, вмещающая сульфидные тела; 5 — главное нарушение; 6 — диагональные нарушения и поперечные; 7 — рудные жилы, среди которых главная Магистральная 12 и пологая жила 4; 8 — контактовые сульфидные тела; 9 — диабазовые дайки; 10 — поперечный разрез по простиранию Магистральной жилы. Составил А. П. Смолин, 1941 г.

Южнее перегиба контактовой поверхности образовался мобильный с дифференциальным расслоением клин порфиритов, расширяющийся к юго-востоку и пораженный двумя наиболее протяженными среди других продольными нарушениями (1-й Диагональный и 2-й Диагональный), несущими горизонтальные штрихи скольжения. Вполне естественно, что сдвиговое перемещение по ним высвободило продольные блоки, сделав их относительно подвижными, и тем самым предопределило образование сложных сульфидных тел, получивших

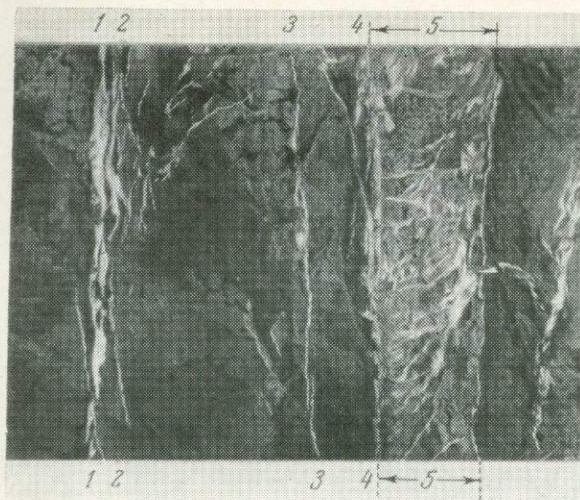


Рис. 64. Зона карбонатных жил двух генераций в порфиридах у контакта с известняками.

1 — трещина с кальцитом второй генерации; 2, 3 — трещины с карбонатом первой генерации (анкерит); 4 — мобильный шов с глиной и вертикальными штрихами скольжения; 5 — жила слоистой брекчи с поперечными прожилками кальцита второй генерации. Приконтактный участок около жилы Забытой 6-го горизонта. Беркуль

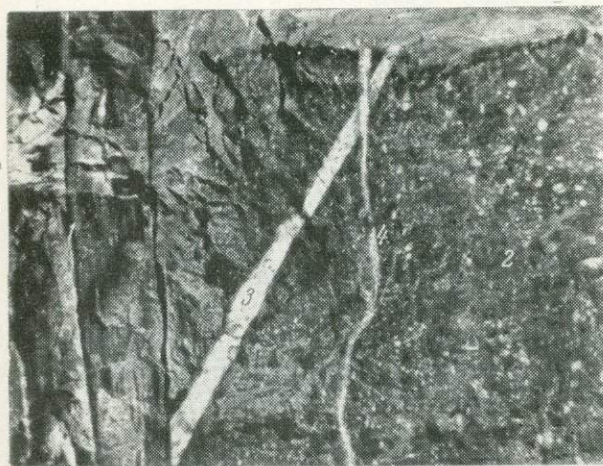


Рис. 65. Амигдалоиды и туфобрекчи крутопадающими полосами включены в рудовмещающем массиве эффузивного порфирита.

1 — плотные слои порфирита полосчатого строения ($295^\circ \angle 75^\circ$); 2 — туфобрекчи порфирита с осколками мраморизованного известняка с кальцитовыми амигдалоидами; 3 — жила карбонатного состава, подобного доломиту; 4 — мобильный шов смятия с глиной, секущий предыдущую. Забой кваршлага с Кировского штрека на 6-м горизонте. Беркуль

название Хотимских, идущих со склонением на юго-восток, а также пологой трещины жилы 4 (см. рис. 63, план).

Центральная часть рудоносной полосы. Первично неравномерно смятая и рассланцованная в СЗ — ЮВ направлении, состоящая из перемежающихся разновидностей авгитового и плагиоклазового состава, она включает, преимущественно в первой, полосы с обломками мраморизованного известняка ($290-300^\circ$ под углом в $70-80^\circ$ на северо-восток). Размеры обломков, всегда удлинённых, различны — от долей сантиметра до метра, причем цементом их всегда служит авгитовый порфирит. Они переходят в туфы и вулканические брекчи миндалекаменной текстуры с пустотами, облекаемыми пористым цементом с хлоритом и кальцитом. Фоторисунок (рис. 65) изображает одну из таких полос, сложенную следующими слоями: мелкозернистого плотного порфирита полосчатого строения (1), туфового порфирита с осколками мраморизованного известняка и миндалинами (2). И те и другие секутся маломощной жилой карбонатной породы, подобной доломиту (3), и маломощным мобильным швом с глиной, по возрасту самым молодым (4). Размеры осколков известняка и миндалекаменных брекчий, как и полос их включающих, сравнительно значительные в верхних горизонтах, с глубиной уменьшаются и исчезают, определяя локальную плоскостную форму жерла эффузивного излияния.

Элементы залегания Главного нарушения рудовмещающей порфирировой толщи

Место наблюдения	Горизонт	Элементы замеряемых плоскостей		
		Прости- рание	Падение	Направление штрихов скольжения
Северо-восточный штрек по Бикультв- ской жиле	Штолен	290°	85°	Под углам 35° на СЗ
Юго-западный штрек по Магистральной жиле	»	295°	85°	Под углом 35° на СЗ
Магистральная штольня	»	300°	80°	Под углом 40° на ЮВ
Средне-Петропавловская штольня	»	110°	70°	Горизонтальные
Конец юго-западного штрека по жиле Икс	»	120°	70°	
Скрещение с Бикультвской жилой	3-й	285°	90°	»
Скрещение с Прокопьевской жилой	3-й	120°	85°	
Скрещение с Прокопьевской жилой	3-й	285°	90°	Под углом 35° на СЗ
Скрещение с Забытой жилой	3-й	120°	65°	
Скрещение с Магистральной жилой	6-й			Горизонтальные
В 24 м на запад от скрещения с Маги- стральной жилой	8-й	300°	75°	Под углом 40° на ЮВ
Квершлаг 75	9-й	120°	80°	Под углом 17° на ЮВ
Штрек жилы 14	9-й	110°	80°	Под углом 15° на СЗ
Штрек Кировской жилы	9-й	110°	75°	
Юго-западный штрек, скрещение с Маги- стральной жилой	10-й	300°	77°	

Т а б л и ц а 2

Элементы мобильности западной контактовой зоны рудовмещающего порфирита с известняковой толщей по швам СЗ — ЮВ направления

Место наблюдения	Горизонт	Элементы замеряемых плоскостей		
		Прости- рание	Падение	Направление штрихов скольжения
Контакт известняка с порфиритами в юго- западном конце Прокопьевской жилы	3-й	260°	70°	Горизонтальное
Диабазовая дайка при скрещении с Глав- ным нарушением в 3 м от Магистраль- ной жилы	3-й	140°	75°	»
Там же в 20 м от Магистральной жилы	3-й	140°	75°	»
Известняковая контактовая зона в юго- западном конце Забытой жилы	6-й	315°	83°	Под углом 20° на ЮВ
Контактовая зона в юго-западном конце Магистральной жилы	6-й	310°	70°	Под углом 10° на ЮВ
2-е Диагональное нарушение около Киров- ской жилы	6-й	325°	85°	Горизонтальные
Нарушение параллельное 2-му Диаго- нальному нарушению	6-й	295°	80°	»
2-е Диагональное нарушение в скрещении с жилой 4 (подэтажный забой 104)	6-й	0°	70°	»

Сложная по составу, неравномерно смятая и рассланцованная в СЗ — ЮВ направлении эффузивно-порфириновая толща подверглась действию двух последовательных процессов: общему автоморфизму (уралитизация, сосюритизация) и контактово-эманационному воздействию со стороны диоритового массива. Первый состоял в преобразовании пироксена в уралит, а второй в ороговивании экзоконтактной зоны диорита и скарнообразовании. Ороговивание состояло в перекристаллизации с новообразованием преимущественно биотита, а скарнообразование, проникавшее по швам рассланцования, в появлении граната, диопсида, эпидота, магнетита и др.

Главное нарушение. Основным структурным фактором в строении порфиритовой толщи является присутствие продольных дизъюнктивных нарушений, определение возраста которых, данное нами, не согласуется с мнением геологов, изучавших месторождение (В. К. Монич, 1937 г.; Д. А. Тимофеевский, 1943 г.).

Эти объекты документировались нами более подробно, особенно Главное нарушение, секущее в центре и вдоль рудное поле (см. рис. 63). Оно, как и другие, ему параллельные и близкие к западному контакту с известняковой толщей, по возрасту несомненно синхронные, но дифференциальные движения по ним осуществлялись одновременно. Главное нарушение по существу является сложным из многих слоев, скользящих друг относительно друга в моменты тектонических спазмов в СЗ — ЮВ направлении, о чем свидетельствуют в подавляющем количестве горизонтальные и пологие штрихи скольжения, определяя тем самым сдвиговый характер перемещений (табл. 1).

В табл. 1 приведены замеры штрихов скольжения по слоям, входящим в зону Главного нарушения по всем горизонтам. При общем выдержанном падении на юго-запад замерявшихся плоскостей отмечаются обратные падения на северо-восток, что происходит вследствие изгибов стенок разлома, на которых углы падения штрихов скольжения искажаются, но все же в пределах пологости. О том, что сдвиговые движения по дизъюнктивным нарушениям по всей ширине порфиритовой рудоносной толщи были основными, свидетельствуют также замеры штрихов скольжения и в контактовой зоне с известняковой толщей при подходе к ней рудных жил на различных горизонтах (табл. 2 и 3).

Следует отметить, что горизонтальные штрихи и борозды, если они проявляются непрерывно и на большом протяжении трещин по нескольким горизонтам, определяют движение, вызванное несомненно стрессом определенного направления. Встречающиеся в тех же трещинах местами наклонные и крутопадающие штрихи могли быть вызваны изгибами стенок трещины и изменениями угла падения, а также проседаниями отдельных блоков, высвобожденных поперечными трещинами. Такие явления нередки на Беркульском рудном поле и приводили к неверному определению направления и времени основного движения. Основной причиной упомянутого расхождения в определении возраста Главного нарушения является то, что зону его составляет обычно не один мобильный шов, а два, три и даже более, движения по которым осуществлялись, как это будет показано далее, в различные стадии формирования структуры и минерализации месторождения. Это конечно не могло не отразиться на характере скрещений с зоной дизъюнктивного нарушения различных по возрасту и минеральному заполнению трещин, в основном особо важных — дайковых и рудных, затушевывая первичный момент его заложения.

Элементы залегания дизъюнктивных нарушений рудовмещающего порфирита в зоне западного контакта его с известняковой толщей

Место наблюдения	Горизонт	Элементы залегания, измеряемых плоскостей		
		Прости- рание	Падение	Направление штрихов скольжения
Контактная зона в юго-западном конце жилы 14	9-й	133°	85°	Под углом 13° на СЗ
Контактная зона в юго-западном конце Октябрьской жилы		320°	90°	Под углом 10° на СЗ
		310°	90°	Сдвиг порфиритового блока на СЗ
Нарушение, совпадающее с северной границей участка и параллельное контакту до перегиба его. Штрек по жиле 14	9-й	290°	78°	Горизонтальные
Нарушение, совпадающее с северной границей участка и параллельное контакту до перегиба его. Штрек по Кировской жиле	6-й	295°	80°	Под углом 20° на СЗ
2-е Диагональное нарушение в скрещении с жилой 4 (4 подэтажный забой 104)	9-й	330°	80°	Под углом 28° на СЗ
2-е Диагональное нарушение около Кировской жилы	6-й	325°	85°	Горизонтальное
1-е Диагональное нарушение около Кировской жилы. Забой 20	6-й	300°	65°	Под углом 15°
2-е Диагональное нарушение в 7 м от жилы 11	6-й	340°	90°	Под углом 70° на СЗ
1-е Диагональное нарушение около жилы 11 в квершлагае 53		340°	87°	Под углом 10°
		345°	85°	Горизонтальные
Нарушение между жилой 11 и жилой 4	6-й	335°	80°	По линии падения
Нарушения в скрещении с жилой 4 между жилами Кировской и 11	6-й	55°	65°	Под углом 50° на СЗ
1-е Диагональное нарушение при скрещении жил 4 и Кировской	6-й	330°	85°	По линии падения

Главное нарушение, по существу доинтрузивного возраста, в течение длительного времени эксплуатации месторождения считалось по возрасту последним, что неоднократно создавало затруднения при направлении как эксплуатационных, так и поисково-разведочных работ, особенно буровых. Возражения против этой концепции были высказаны нами в докладе-отчете в 1941 г., но поскольку она до сих пор еще несмело защищается некоторыми геологами будет целесообразным детально пересмотреть ее, иллюстрируя прилагаемыми рисунками и фотоснимками.

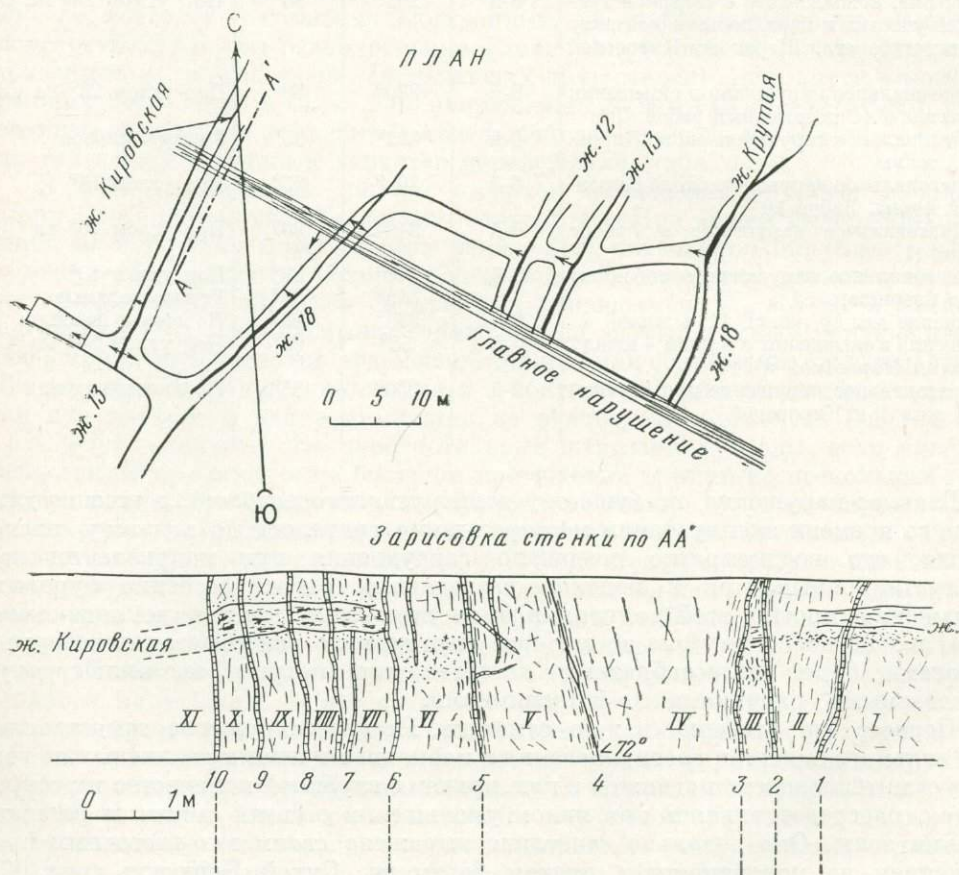
Первое, что особенно важно отметить, Главное нарушение представляет зону сильного смятия и рассланцевания с мобильными швами различных по возрасту и интенсивности подвижек в них, причем с глубиной количество их сокращается, рассредоточиваясь при явном уменьшении степени смятия и рассланцевания зоны. Оно довольно отчетливо выражено своим юго-восточным продолжением на поверхности в правом борту рч. Сухой Бериккуль (рис. 66).



Рис. 66. Следы мобильных трещин (1, 2) доинтрузивного Главного нарушения на поверхности — в правом борту рч. Сухой Берикудь. Рудное поле рудника Старый Берикудь

Рис. 67. Поперечный разрез зоны Главного нарушения на 6-м горизонте по линии А—А.

I—XI — смятые слои порфирита с разновозрастным движением по швам (1—10), заполненным карбонатными прожилками различного состава. Зарисовка автора. Неправильная идентификация рудных жил с обеих сторон нарушения (план старой документации). ШТрек 47, Верхотурка, Берикудь



Здесь нарушение представлено широкой зоной расланцевания с мобильными швами (1, 2), круто падающими на юго-запад с явными следами присутствия в виде продольных углублений в почве. Этот выход нарушения хорошо увязывается маркшейдерской съемкой с северо-западным продолжением его на всех подземных горизонтах.

Поперечная зарисовка на 6-м горизонте (на глубине 80 м от поверхности) фиксирует следующие детали Главного нарушения (рис. 67). Оно представлено здесь зоной с серией параллельных карбонатных прожилков (1—10) с глиной у некоторых (4). С той и другой стороны к нарушению подходят две рудные жилы — Кировская и 13, секущие краевые части расланцованной зоны, но в последующем рассеченные кальцитовыми прожилками (1, 7, 8—10). Рудоносные трещины не пробили среднюю часть расланцованной зоны, подвергшейся только минерализации послойно пиритом двух генераций (рис. 68). Пирит

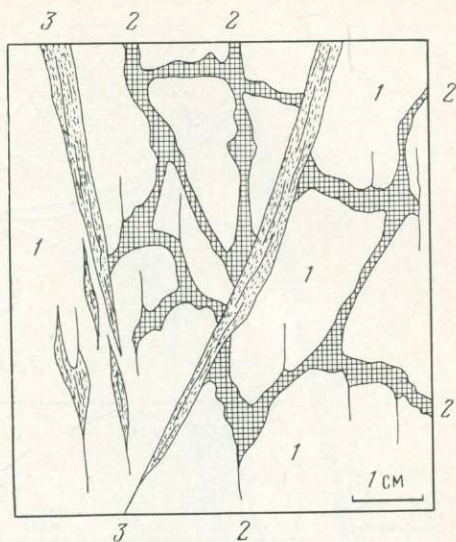


Рис. 68. Деталь рис. 67.

1 — смятый и расланцованный порфирит; 2 — пирит 1-й генерации, отложившийся в трещинах смятия; 3 — пирит 2-й генерации, отложившийся в трещинах скольжения

первой генерации (2) отложился в уже раздавленном слое, получив ненарушенную закристаллизованную структуру. Мелкозернистый пирит второй генерации (3) слоистой текстуры сетчат прожилки раннего пирита по трещинкам, параллельным швам Главного нарушения. Рудные трещины 12, 13 и жилы Крутой с северо-восточной стороны нарушения как бы срезаются им, что и послужило основанием считать Главное нарушение послерудным. Случаи же пересечения рудными жилами зоны его не ограничиваются только что упомянутыми. Так, жилы Татарская, Верхне-Татарская, наконец, самая протяженная Магистральная и др. показываются на различных горизонтах то секущими, то секущимися зоной Главного нарушения. Наряду с реальными случаями пересечения рудными жилами продольных дизъюнктивных нарушений, параллельных Главному нарушению, рудничными документаторами проводилась искусственная увязка отрезков различных рудных жил как смещенных. Существовала практика проходить из забоя с выклинившейся жилой квершлаг, и первая же встреченная им рудная жила считалась смещенным отрезком, тогда как им могла быть иная жила или апофиза выклинившаяся. Послерудные смещения, несомненно, были, но они проходили при повторных дифференциальных движениях как в зоне Главного нарушения, так и в других, параллельных ему (1, 2, 3 Диагональные). При подземной документации участков скрещения рудных жил с продольными дизъюнктивными пропускалась из внимания фиксация залитых оруденения по встречающимся нарушениям, а также не было своевременно обращено внимания на причину явного несоответствия амплитуд горизонтального смещения жил по горизонтам. Так, на горизонтах 3-м, 6-м, 9-м амплитуда

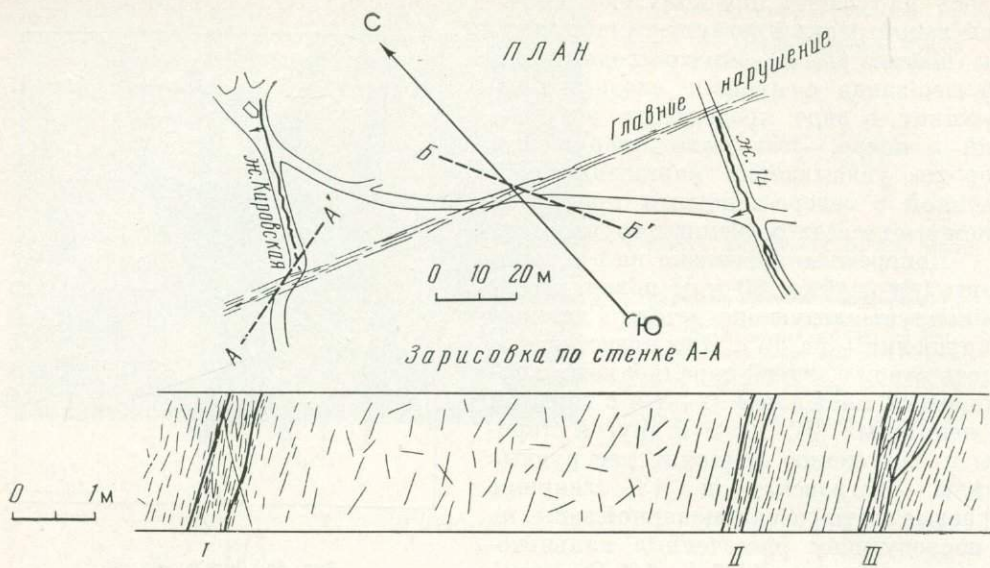


Рис. 69. Поперечный разрез Главного нарушения по А—А' на 9-м горизонте (125 м от поверхности). I, II, III — рассланцованные слои порфирита с двумя глинистыми швами; Б—Б' — поперечное фото основного шва, закрепленного кальцитовыми прожилками самой поздней генерации. Рудные жилы Кировская и 14 выклиниваются в скреждении с нарушением. Бериккуль

смещения Магистральной жилы зоной Главного нарушения была одна и та же — 20 м, а на горизонте штолен 32 м. На 3-м горизонте смещения жил Икс, Татарской, Бикультовской исчислялись в 25—27 м, а по Магистральной в 20 м. На 6-м горизонте по жилам 12, 13, Крутой с апофизой 12 смещение определялось в 42 м, тогда как по Магистральной в 20 м. Все это порождало неправильную идентификацию рудных жил, искусственное наименование и нумерацию их, отразившись на погоризонтном сопряженном плане рудного поля (см. рис. 63).

Та же зона Главного нарушения на 9-м горизонте выражена только тремя мобильными слоями порфирита с 6-метровым рассланцованным промежутком (рис. 69, I, II, III). Рудные жилы Кировская и 14 выклиниваются в скреждении с нарушением, но принимались смещенными отрезками одной и той же

жилы, тогда как первая из них на 6-м горизонте является секущей зону Главного нарушения. В левой части рисунка приведено фото главного шва нарушения, рассеянного кальцитовыми прожилками самой поздней генерации, что свидетельствует о наиболее молодой подвижке по нему без признаков какого-либо рудного заполнения, но с некоторым современным проседанием слоев вследствие кварцшлаговой подработки. Залеченные кальцитом штрихи скольжения в плоскости $120^\circ \angle 80^\circ$ пологие с падением на восток в 17° .

Предрудный возраст Главного нарушения вполне отчетливо определяется соотношением его с пологой рудной жилой 4, отработка которой на всех горизонтах при подходе с юго-восточной стороны к нему прекращается вследствие утонения или в некоторых пунктах выклинивания жилы с заливом в зону нарушения (рис. 70).

Приведенное описание строения и мобильности зоны Главного нарушения по трем горизонтам уже достаточно для вывода о том, что составляющие его мобильные швы появились в самой начальной стадии рассланцевания порфирировой толщи, сопровождавшегося дифференциальным сдвиговым перемещением слоев ее. Оно было различно по интенсивности и длительности в отдельных швах, т. е. по возрасту были дорудными и послерудными и даже доинтрузивными, что будет уточнено далее.

Другие продольные нарушения, параллельные зоне Главного нарушения, особенно многочисленные в полосе между ним и известняковой толщей, не менее мобильные (1-е, 2-е, 3-е Диагональные), по возрасту несомненно синхронные с Главным нарушением, так как по ним проходили те же сдвиговые разновременные движения, вызывавшие аналогичные дорудные и послерудные сопряжения с рудоносными трещинами, а в некоторых пунктах разломы их служили путями проникновения ороговикования и скарнообразования. Все они сближаются как в плане в северо-западном направлении, так и в глубину, приближаясь к контакту с известняковой толщей, в совокупности создав тектонически ослабленный объемный приконтактный клин (рис. 71, табл. 3), оказавшийся весьма благоприятным для плотного сосредоточения рудных жил,

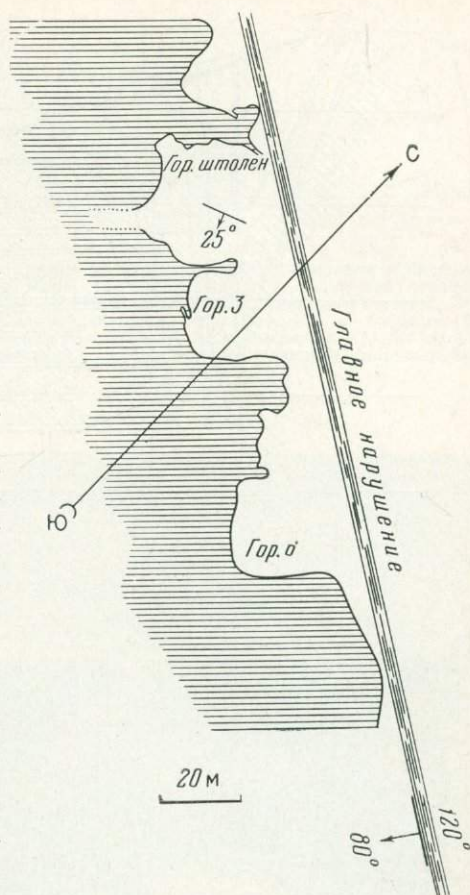


Рис. 70. План погоризонтного прекращения очистных работ по пологой рудной жиле 4 при подходе ее к зоне Главного нарушения (как пример дорудного возраста его). Заштрихована выработанная площадь. Берикуль

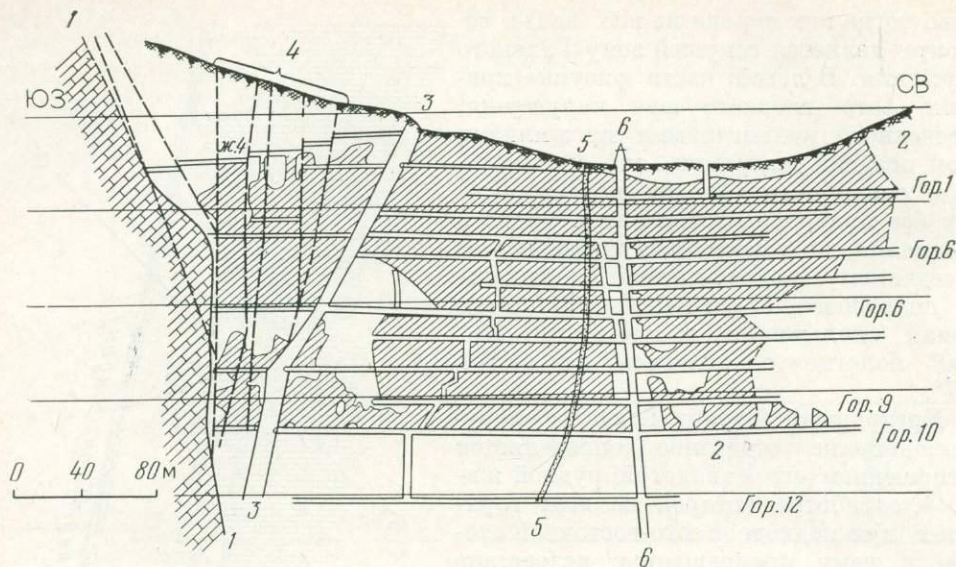


Рис. 71. Вертикальный поперечный разрез рудоносной порфиритовой толщи по простиранию главной рудной Магистральной жилы.

1 — контакт с известняковой толщей; 2 — контакт с диоритовым массивом; 3 — Главное нарушение; 4 — Диагональные нарушения; 5 — диабазовая дайка; 6 — наклонная шахта. Заштриховано выработанное пространство жилы. Бериккуль (см. рис. 63, план)



Рис. 72. Брекчиевая кальцитовая жила 1, судя по направлению загиба ее, смещалась двукратно по глинистому шву 2. Первая подвижка висячего блока была влево, вторая — вправо. Квершлаг на Прокопьевскую жилу на 6-м горизонте. Бериккуль

отличающихся усложненным строением и особым минеральным составом (жила 4, контактовые сульфидные тела).

Такие же продольные не менее протяженные нарушения, но в более спокойной структурной обстановке находятся в северной части рудного поля в непосредственной близости к наклонной Магистральной шахте, к которой они подходят на нижних горизонтах. Падение плоскостей этих нарушений взаимно обратное, причем они секутся рудными жилами (см. рис. 63). Кроме упомянутых крупных продольных нарушений по всему рудному полю на всех его горизонтах имеется большое количество более коротких нарушений, также параллель-

ных Главному нарушению, среди которых встретилось нарушение с необычным строением в виде одиночной трещины разрывного типа (рис. 72). Имея простирание ЮВ — СЗ ($350^\circ \angle 75^\circ$), т. е. согласное с направлением смятия порфирировой толщи, она была явно открытой и вследствие самой поздней подвижки заполнилась розоватым кристаллическим кальцитом, цементирующим угловатую брекчию вмещающего порфирита (1). В результате более пологого поперечного смещения ($100^\circ \angle 50^\circ$) висячий блок кальцитовой брекчевой жилы сдвинут вправо, но этому противоречит направление загиба ее, который мог образоваться только при движении влево. Это может быть объяснено повторной обратной подвижкой, что облегчалось наличием в трещине смесителя слоя жильной глинки (2).

О возрасте всех без исключения нарушений будут приведены дополнительные детальные доказательства при описании морфологии и состава рудных жил, имеющих с ними скрещения, аналогичные описанным.

Д и а б а з о в ы е д а й к и. С этими дайками связывается никель-кобальтовое оруденение Бериккульского месторождения (Д. А. Тимофеевский, 1943 г.). Они образуют значительное скопление в юго-восточной части рудного поля на участке жилы 4, где зафиксировано 17 даек. Простирание всех даек, за небольшим исключением, согласное с общим северо-западным направлением продольных дизъюнктивов и расланцеванием порфирировой рудоносной полосы с углом падения 70° и круче на северо-востоке. Протяженность их часто достигает нескольких сотен метров, причем они имеют параллельные, местами отчетливо выраженные признаки смятия и скольжения. Зеленовато-серые по окраске, с включениями иногда миндалина кальцита, они резко отличаются от вмещающего их порфирита.

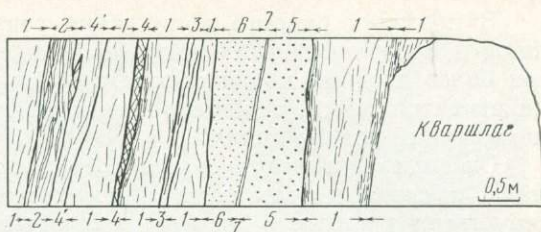


Рис. 73. Широкая зона смятия и расланцевания в висячем боку рудной жилы 14, включающая в различной степени карбонатизированные и смятые слои порфирита (1—4, 4') и две диабазовые дайки различного состава и возраста (5, 6), разделенные кальцитовым прожилком (7). Участок между известняковой толщей и Главным нарушением. Бериккуль

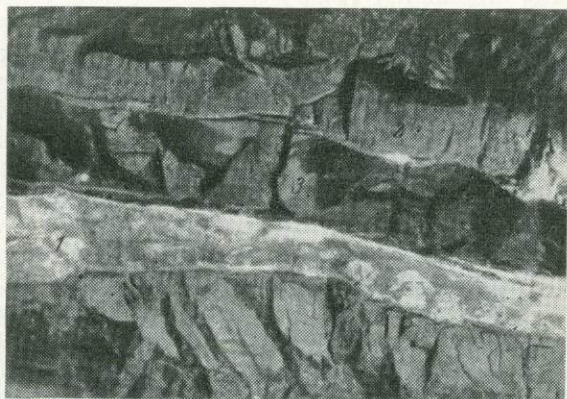


Рис. 74. Случай двукратного заполнения трещины последовательно рудной жилкой и диабазовой дайкой. 1 — кварц-карбонатная сульфидизированная жила; 2 — висячий бок жилы, гидротермально измененный; 3 — диабазовая дайка ограничивается от жилы мобильным швом с глиной. Жила Новая у кварцлага на 6-м горизонте. Бериккуль

В пределах рудного поля дайки секут кварц-карбонатные золотоносные жилы и продольные дизъюнктивы, но и сами часто пересекаются последними при более поздних подвижках. Особо примечательны две протяженные скрецающиеся дайки, идущие южнее и параллельно с наклонной Магистральной шахтой (см. рис. 63, план).

Очевидно, инжекция диабазового расплава повторялась с изменением состава, о чем свидетельствует совместное залегание двух даек в широкой зоне нарушения у всячего бока рудной жилы 14 (рис. 73). Зону составляет целая серия смятых слоев порфирита (1—4), разделенных мобильными швами различного возраста и состава заполняющего материала. Перемежаются следующие слои: разлистованный порфирит с «прохлестками» безрудного кварца и кальцита (1, 2), карбонатизированная порода с прослоями кальцита и безрудного кварца (3), микрожилкованный кальцит (4), смятый кальцит (4'). Диабазовые дайки занимают краевую часть смятой зоны (5, 6), причем первая более изменчива по составу и более кислая, чем соседняя; соприкасаются они по кальцитовому прожилку (7).

Зарегистрирован редкий случай залегания диабазовой дайки совместно с рудной жилой (рис. 74). Дайка (3) заложилась в середине, между обильно сульфидизированной жилой (1) и всячим гидротермально измененным боком ее (2). Никакого влияния на жилу и отторгнутый всячий зальбанд дайка не оказала, очевидно, из-за присутствия слоя жильной глинки (4).

Скрещение диабазовых даек с рудными жилами происходило довольно часто, но особенно интересен следующий случай (рис. 75). Диабазовая дайка (3) сечет пологозалегавшую жилу (2) ($80^\circ \angle 20^\circ$), кровля которой несет штрихи скольжения по падению жилы (1), но сама разрывается пологой трещиной вследствие прошедшей подвижки внутри жилы (4), причем в пункте разрыва имеется линзочка брекчии жилы с кальцитовым цементом.

Не менее сложно смещение диабазовой дайкой (2) той же пологой рудной жилы (1), зафиксированное также фотоснимком (рис. 76). Трещина смещения представляется явно разрывной, что подчеркивает зигзагообразный абрис как поверхности разрыва, так и закрепляющего его кальцитового прожилка (3). От дайки отходит тонкая апофиза, секущая диагонально жилу (4), причем в кровле жилы она срезается подвижкой в плоскости контакта, на что указывают штрихи скольжения (5). Куда смещено крыло жилы, выяснить не удалось по причине отсутствия штрихов скольжения в разрывной трещине, а также из-за отсутствия проходов, необходимых для выяснения направления движений.

Все описанные дизъюнктивы, выдержанные в СЗ — ЮВ направлении, являясь без исключения мобильными, заполнялись в первые стадии их появления карбонатами, преимущественно в виде прожилков, по крайней мере трех последовательных генераций, из которых самой ранней был анкерит, затем зернисто-кристаллический кальцит и последним обычный кальцит. Кроме того, карбонатизации подвергалась и сама вмещающая порфириновая порода, главным образом на участке сильного смятия ее, и настолько интенсивно, что она приобретала крепость монолита, особенно ощущавшуюся при проходке выработок.

Процесс карбонатизации был длительным. Начавшись, вероятно, в постмагматическую стадию интрузии габбро-диорита и гранодиорита-гранита, он особенно интенсивно проходил в рудоносных трещинах, как это четко отра-



Рис. 75. Пересечение пологой рудной жилы диабазовой дайкой, разорванной пологой трещиной внутри жилы.

1 — штрихи скольжения в кровле жилы по падению ее; 2 — рудная жила ($80^\circ \angle 20^\circ$) мощностью 65 см; 3 — диабазовая дайка ($80^\circ \angle 80^\circ$); 4 — шов пологого разрыва дайки. Рудная жила 4, западный забой 201, 6-й горизонт. Бериккуль

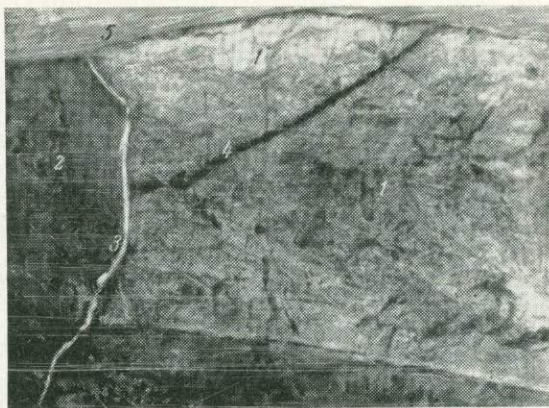


Рис. 76. Пересечение той же пологой рудной жилы диабазовой дайкой со смещением.

1 — рудная жила ($60^\circ \angle 25^\circ$); 2 — диабазовая дайка ($105^\circ \angle 90^\circ$); 3 — разрывная трещина смещения жилы; 4 — диагональная апофиза дайки, смещенная подвижкой в кровле жилы и по разрывной трещине; 5 — кровля жилы со штрихами скольжения по падению ее. Жила 4, забой 106 (участок Верхотурка) на 6-м горизонте. Бериккуль

жается документацией рудных жил. Наконец, фиксируя наличие карбонатной цементации в послерудных диабазо-дайковых разломах, приходится констатировать, что процесс карбонатизации сопровождал от начала до конца все этапы трещинообразования в рудоносной порфиритовой полосе. Первоисточником карбонатного материала, несомненно, была подстилающая известняковая толща, а вынос и отложение его в виде анкерита осуществлялись ювенильными водами, последующие же разновидности кальцита, вероятно, отлагались вадозными водами и, возможно, смесью их с первыми.

Состав прожилковых карбонатов в различных трещинах изменяется по содержанию в них Ca, Mg и Fe, что, несомненно, отражает возраст подвижки и заполнения их, что было учтено при изучении строения и состава рудных жил.

3 Рудные жилы

Общее количество учтенных рудных жил в рудном поле по всем горизонтам составило 45, причем идентификация их, как уже указывалось, производилась сотрудниками разведочно-маркшейдерского отдела рудоуправления произвольно, в результате чего наименования жил повторялись или действительно смещенные части некоторых жил получали новые номера и наименования. Чтобы наглядно представить измененные положения жил и их нарушений по вертикали, автором при содействии маркшейдера Е. И. Дусье был составлен сопряженный погоризонтный план в масштабе 1 : 2000, на котором каждый из

пяти горизонтов выделялся цветовой окраской (копия этого плана в черно-белом исполнении приведена (см. рис. 63). Рудные жилы, выработки которых были доступны для наблюдения и документации, перечислены в табл. 4, в которой приведены замеры их простираения и падения, а также штрихов скольжения, указывающих направление подвижек в их плоскостях. Простираение жил поперечное оси рудного поля и дизъюнктивным нарушениям и выдерживается с незначительными отклонениями в пределах азимутов $190-220^\circ$, падение у большинства их крутое, в пределах $50-80^\circ$, но иногда снижается до $25-40^\circ$. Исключение составляет пологая жила 4 ($60-100^\circ \angle 25-30^\circ$), перекрывающая крутопадающие жилы и залегающая в особо мобильной приконтактной зоне с известняковой толщей. Нумерация жил в таблице идет с северо-запада на юго-восток согласованно с таковой же на погоризонтном сопряженном плане, на котором показаны также все наиболее протяженные продольные дизъюнктивы и диабазовые дайки.

Влияние подобных разломов на морфологию рудных жил в совокупности с неоднократными подвижками в плоскости их, по сравнению с другими место-

Таблица 4

Элементы залегания мобильности рудоносных трещин в порфиритовой полосе

№ по плану	Наименование рудных жил	Простираение и падение	Направление штрихов скольжения
2	Российская	$220^\circ \angle 42-63^\circ$	
5	Кругобайкальская	$200^\circ \angle 55^\circ$	
6	Прокопьевская	$205^\circ \angle 55^\circ$	
8	Забывтая	$210^\circ \angle 25^\circ$	Горизонтальные и 50° на ЮЗ
10	Татарская	$210^\circ \angle 45-50^\circ$	По падению и $45-65^\circ$ на ЮЗ
12	Магистральная	$205-220^\circ \angle 45-50^\circ$	$50-75^\circ$ на ЮЗ
13	Бикбулатовская	$215^\circ \angle 55^\circ$	По падению
15	Икс	$210^\circ \angle 40-50^\circ$	То же
16	4	$60-100^\circ \angle 25-35^\circ$	По падению ЮВ—ЮЗ
20	Майская		По падению
21	Клубная	$205^\circ \angle 65-70^\circ$	По падению и 45° на СВ
22	3	$220^\circ \angle 70^\circ$	По падению и горизонтальные
23	6	$200^\circ \angle 50-70^\circ$	По падению и 50° на ЮЗ
24	Пожарная	$\begin{cases} 30^\circ \angle 90^\circ \\ 190^\circ \angle 38^\circ \end{cases}$	55° на СВ, 35° на СВ и горизонтальные
25	Промежуточная	$220^\circ \angle 70^\circ$	По падению
26	Рыковская	$220^\circ \angle 80^\circ$	То же
27	Новая	$210^\circ \angle 80^\circ$	
30	Кировская	$210-215^\circ \angle 30-40^\circ$	По падению, 30° на СВ, $40-55^\circ$ на ЮЗ
31	13	$195-205^\circ \angle 53-70^\circ$	По падению, 85° на СВ, $48-60^\circ$ на СВ
32	12	$210^\circ \angle 33^\circ$	33° на ЮЗ
33	Крутая и 12	$200-215^\circ \angle 55^\circ$	45° на ЮЗ и 25° на ЮЗ
35	11	$220^\circ \angle 60^\circ$	По падению
36	Октябрьская	$220^\circ \angle 50^\circ$	То же
37	14	$190^\circ \angle 55^\circ$	» »
38	5 и 15	$215^\circ \angle 50^\circ$	По падению и 45° на ЮЗ
40	17	$210^\circ \angle 65^\circ$	По падению
42	21	$230^\circ \angle 60^\circ$	То же
43	22	$195^\circ \angle 63^\circ$	55° на ЮЗ

рождениями Сибири и Урала, было исключительно сложным. Это побудило особенно тщательно провести документацию путем детальных зарисовок и фотоснимков, с заложением дополнительных проходок и расчисток забоев, в чем повседневно оказывалась дружеская помощь сотрудников геолого-маркшейдерского отдела и горнорабочих рудника.

К какому типу следует относить, согласно закону эллипсоида деформации, продольные трещины дизъюнктивов и поперечные к ним рудные жилы, поможет ответить следующее рассмотрение состава и строения рудных жил.

Строение и состав рудных жил. Форма, мощность и состав рудных жил всецело зависят от смятия, рассланцевания и катаклаза, в различной степени локально проявлявшихся во вмещающей порфирировой толще. Пересекая поперек в северо-восточном направлении слоистую текстуру и дизъюнктивные нарушения северо-западного направления, рудоносные трещины неоднократно, но не одновременно испытывали относительные подвижки стенок, вследствие чего, как показывают последующие иллюстрации, заполнение трещин проходило в несколько стадий, отличаясь по текстуре и минеральному составу. Процесс карбонатизации, четко отразившийся в порфирировой толще, продолжался и не менее интенсивно проявился почти во всех разрывных трещинах, поперечных к слоистости порфирировой толщи. Наблюдаются следующие разновидности минерального заполнения крутопадающих трещин:

1. Трещины, полностью заполненные карбонатами, оставшимися не замещенными кварцеворудным материалом.

2. Карбонатные жилы, часть мощности которых однократно или двух-трехкратно замещена кварцеворудным материалом вследствие повторявшихся подвижек, приводивших к раскрытию трещины.

3. Карбонатные жилы, полностью замещенные кварцеворудным материалом в центральной части, обычно отличающейся большей мобильностью, и сохранившие карбонатный состав в концах, где мобильность трещины была минимальной.

4. Карбонатные жилы, полностью замещенные кварцеворудным материалом, но с приращением мощности за счет оруденения зальбандовых отслоев порфирита.

5. Трещина жилы 4, выделяющаяся пологим падением в 25° , но одновременная по возрасту с крутопадающими, бывшая первоначально участками карбонатной, путем замещения превратилась в кварцеворудную, но при подходе к Главному нарушению выклинилась в виде карбонатизированного катаклазированной слоя порфирита.

Процесс оруденения всех перечисленных трещин был следствием наиболее поздних тектонических спазм, вызвавших, как показывают штрихи скольжения в них (см. табл. 4), взбросовое движение и захвативших глубокие и верхние горизонты порфирировой толщи, предопределив тем самым подъем гидротермальных рудоносных растворов из подлежащего глубинного магматического очага. Распространяясь по трещинам с указанным карбонатным заполнением в обстановке неоднократно и одновременно возникавших подвижек в них, термальными растворами осуществлялось оруденение как отложением минеральных компонентов в полостях, так и путем замещения карбонатных слоев и отслоев боковой породы. Вполне естественно, что в таких условиях формировались сложные по строению и составу рудные жилы, что еще более усугубля-

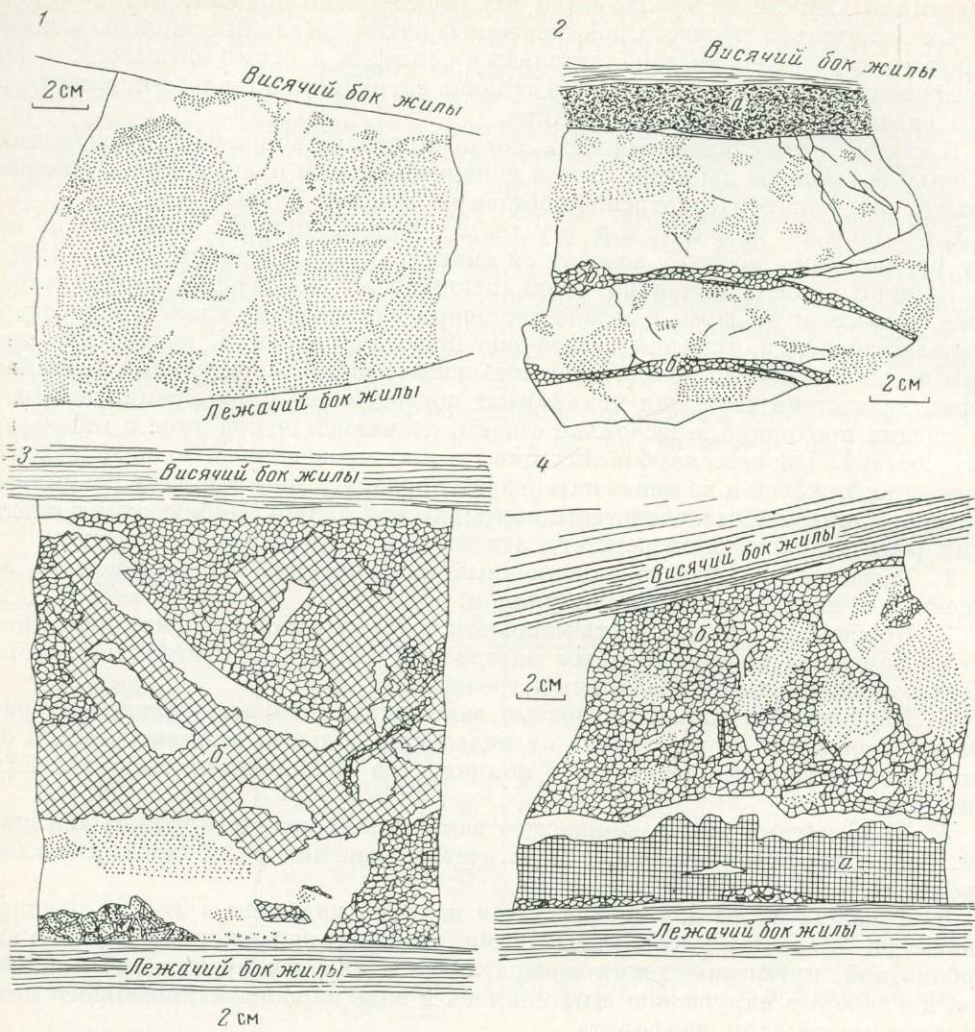


Рис. 77. Последовательные стадии образования кокардовой текстуры рудных жил Берикюля тектоническим путем (1, 2, 3, 4). Порфирит — выделен крапом, анкерит — белое.

a — шпирт ранней генерации; *b* — рудный кварц. Фиг. 1 — слой порфирита катаклазирован и трещины заполняются анкеритом; фиг. 2 — брекчированный слой порфирита цементируется анкеритом и рассекается прожилками рудного кварца (*b*); фиг. 3 — отслои анкерита перемещаются и цементируются рудным кварцем; фиг. 4 — намечается первая стадия образования кокард — полных и односторонних

лось присутствием нарушений дорудного возраста. Облик рудных жил, создававшихся в такой структурной и физико-химической обстановке, иллюстрируется приводимыми ниже рисунками и фотоснимками. Так, первый из них (рис. 77) показывает образование кокардовой текстуры, имеющей прямое отношение к карбонатным слоям в рудоносных трещинах. На рис. 77, фиг. 1 видно, что анкерит (белое) цементирует осколки катаклазированного порфирита (серое).

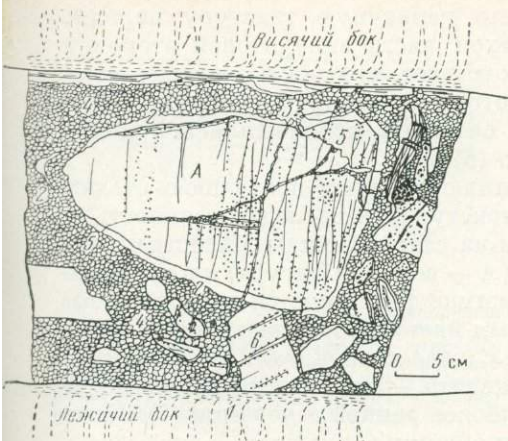


Рис. 78. Детали кокардовой текстуры и направление движения стенок в пределах всей мощности рудной жилы.

1 — висячий и лежачий бок трещины (порфирит); А — кокарда, сохранившая первичную ориентировку слоистости порфирита; 2 — 3 — отторженцы анкеритовой оторочки кокарды; 4 — рудный кварц, цементирующий кокарду и осколки анкерита; 5 — поперечная трещина в кокарде; 6 — осколок порфирита с дезориентированной слоистостью. Жила Икс на 6-м горизонте. Берикуль

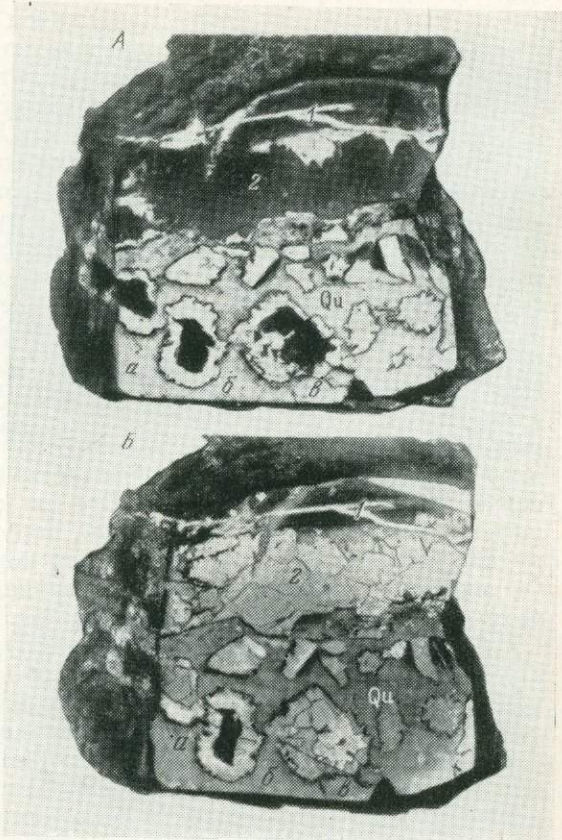


Рис. 79. Два фотоснимка рудного штуфа с последней стадией формирования рудной жилы с кокардовой текстурой и последовательность ее минерализации (А — фотоснимок в рассеянном свете; Б — фотоснимок в отраженном свете).

1 — анкерит — остатки первичного цемента трещины; 2 — мелкозернистый пирит наиболее ранней генерации; а, б, в — кокарды с анкеритовой оторочкой (белое), покрытой пылью арсенопирита (черное). Qu — рудный кварц, цементирующий кокарды и осколки анкерита. Магистральная жила. Берикуль

На фиг. 2 анкерит, цементирующий брекчии породы, сечется прожилком рудного кварца (б). Вверху у висячего бока трещины сохранился слой мелкозернистого незолотоносного пирита, более раннего, чем анкерит. На фиг. 3 анкеритовые отслои висячего бока трещины находятся в середине трещины, зацементированные рудным кварцем (б), а ниже располагается односторонне оформившаяся кокарда. На фиг. 4 сложные осколки порфирита становятся уже полными или односторонними кокардами. Внизу сохранился слой мелкозернистого незолотоносного пирита (а), более раннего, чем анкерит.

Следующая зарисовка (рис. 78) фиксирует детали кокардовой текстуры и направление движения стенок в пределах всей мощности жилы. Рудная жила сечет поперек крутопадающие рассланцованные слои вмещающей порфиритовой толщи, причем концы их в висячем боку загнуты влево, а в лежачем вправо, что определяет относительные движения их (1). Строение большой кокарды (А) с порфиритовым ядром и анкеритовой оторочкой (2) показывает, что оно,

судя по ориентировке слоистости, сохранило первичную текстуру породы, осколком которой является. Кажущийся отход части анкеритовой оторочки слева (2) и вверху (3) от ядра определенно указывает, что она постепенно замещалась рудным кварцем (4), прожилок которого счет кокарду вдоль (5). Окружающие большую кокарду куски порфирита, очевидно, перемещались, так как первичная слоистость их дезориентирована (6).

Наконец, следующие два фотоснимка иллюстрируют последнюю стадию формирования рудной жилы с кокардовой текстурой и последовательность ее минерализации (рис. 79). Штуф богатой руды из главной жилы Магистральной сфотографирован дважды: в рассеянном свете (*A* — верхняя фигура) и в отраженном (*B* — нижняя фигура). На первом фотоснимке фиксируются порфиритовые ядра и сульфиды (пирит и арсенопирит) черным цветом, тогда как второй осветляет последние, оставляя и в том и другом случае карбонат (анкерит) белым. Верхнюю часть штуфа занимают остатки анкерита — первичного цемента трещины (1) и слой мелкозернистого пирита наиболее ранней генерации (2). Нижняя половина штуфа занята группой кокард и обломков анкерита, в числе которых выделяются три кокарды (*a*, *b*, *в*). Ядро первой состоит из пирита (2), ядро второй порфиритовое, ядро третьей сложено пиритом и арсенопиритом первой более ранней генерации. Все три кокарды, как и все осколки анкерита, расположенные выше по периферии, окружены сыпью арсенопирита последней рудной генерации, отложившегося на коррозионной поверхности анкеритовой оторочки одновременно с рудным кварцем, являющимся общим цементом для всех кокард и обломков анкерита (*Qu*).

Описанный процесс формирования рудной кокардовой текстуры и образования кокард тектоническим путем, а не постепенным отложением кокардовых колец термальными растворами, представляет собой редкое явление, оно очень заинтересовало академика А. Н. Заварицкого, когда автор при встрече с ним сообщил об имеющихся структурных материалах по этому вопросу. На совещании в МОИП (13 марта 1952 г.) под его председательством автором был сделан доклад с показом зарисовок и фотоснимков, получивший одобрение с предложением дать статью для опубликования в трудах МОИП.

Рис. 80. Рудоносная трещина в центральной своей части была заполнена кварцеворудным материалом, полностью заместившим первичный карбонатный состав, но в одном конце при намечавшемся уже выклинивании (3) карбонатный состав ее еще сохранился с образованием слоисто-брекчиевой текстуры, причем трещиноватость в ее зоне (1) зацементировалась самым поздним кальцитом, как и вертикальная трещина сместителя (4).

Рис. 81. Двуслойная рудная жила. Правую часть (1) представляет слой боковой породы порфирита, минерализованный пиритом самой первой генерации, что устанавливает более ранний возраст этой половины общей рудной жилы. Левая часть (2) образовалась путем замещения кварц-сульфидным материалом первичной анкеритовой жилы, о чем свидетельствует наличие в ней кокард с порфиритовым ядром и анкеритовой оторочкой, хорошо заметных в нижней части фотоснимка.

Рис. 82. Рудная жила 4 с пологим углом падения ($60-100^\circ \angle 25^\circ$), одновременно образовавшаяся с крутопадающими ЮВ — СЗ направления, залегает в зоне между Главным нарушением и известняковым контактом, с которым она имеет трещинно-рудную связь. Прикрывая крутопадающие жилы, она на

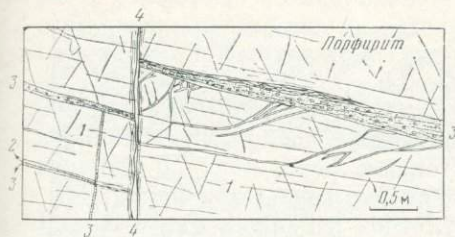


Рис. 80. Рудная жила (3), сохранившая в своем конце первичный карбонатный состав, не замещенный полностью кварцеворудным материалом, смещается вертикальной трещиной, заполненной самым поздним кальцитом (4), как и все микротрещины в порфирите околожильной зоны (1). Жила 11, 6-й горизонт. Бериккуль

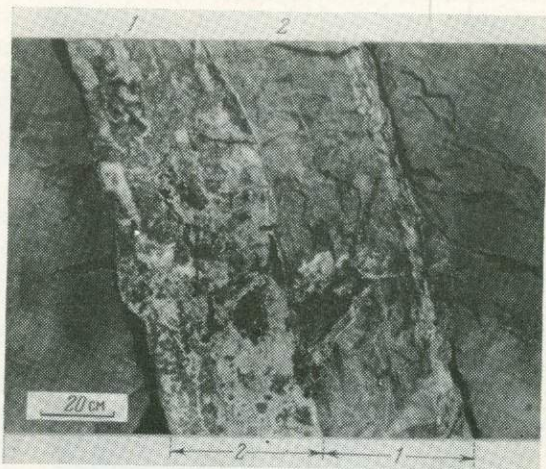


Рис. 81. Двуслойная рудная жила. Правая часть (1) представлена отслоем порфирита, минерализованным пиритом ранней генерации и микрожилкованным в висячем боку более поздним кальцитом. Левая часть (2) образовалась замещением первичной анкеритовой жилы, включавшей кокарды с анкеритовой оторочкой (внизу). Жила (210° \angle 85°) в штреке 47 (Верхотурка), 6-й горизонт. Бериккуль



Рис. 82. Трехкратное раскрытие рудоносной трещины, приведшее к отложению трех рудных слоев, различающихся по текстуре, минерализации и золотоносности.

1 — висячий бок со штрихами скольжения по линии падения жилы; 2 — карбонатизированный отслой вмещающего порфирита, прожилкованного кальцитом; 3 — карбонатная жила (анкерит), начело замещенная кварцеворудным материалом с образованием кокард (ядра порфирита с анкеритовой оторочкой); 4 — часть предыдущей жилы, отделенная мобильным внутренним швом; 5 — маломощный рудный слой с полосчатой текстурой и с повышенной сульфидностью и золотоносностью; 6 — то же, что и слой 1. Пологая жила 4, гезенк на 6-м горизонте. Бериккуль

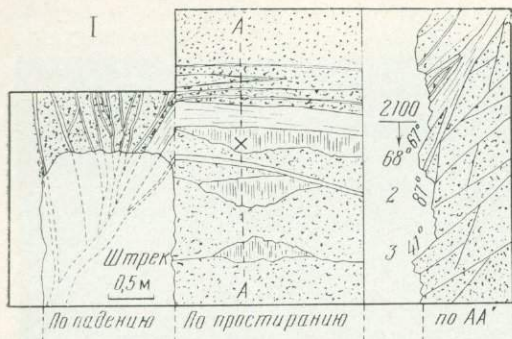


Рис. 83. Образование рудной жилы в зоне серий мобильных трещин.

I — жила представлена в трех сечениях: по простираанию, падению и в разрезе по линии А—А'; II — в лежачем боку жилы вследствие первичной подвижки образовались глубокие борозды (X) по линии падения, перекрытые последующим диагональным легким скольжением. Жила 13. Штрек 47 на 6-м горизонте (Верхотурка). Берикуль

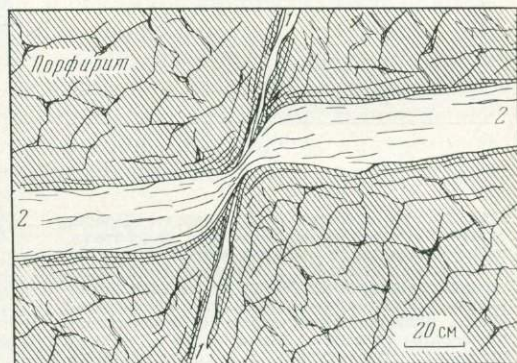
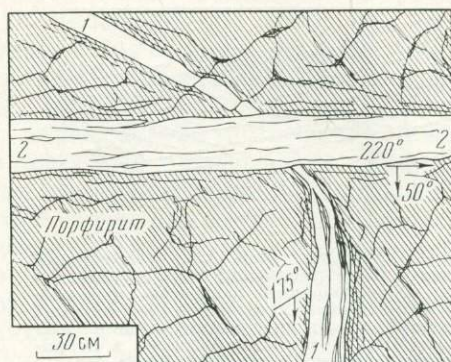


Рис. 84. Два случая пересечения древних трещин, заполненных анкеритом, маломощными рудными жилами. На верхней зарисовке пересечение изогнутой анкеритовой жилы (1) маломощной рудной жилкой с полосчатой текстурой (2) прошло без осложнений. На нижней зарисовке пересекаемая трещина с прослоями анкерита была мобильной с перемещением, что обусловило флексуобразный загиб рудной жилы при отсутствии послерудной подвижки. Верхний рисунок — Октябрьская жила на 9-м горизонте близ контакта с известняковой толщей. Нижний рисунок — штрек 48 на 6-м горизонте. Берикуль

многих участках сливается с ними и вследствие своей пологости неоднократно претерпевала подвижки, о чем свидетельствуют штрихи скольжения как в кровле, так и между всеми рудными слоями (1). Причиной такой зональной мобильности, несомненно, было ослабление околожилльной карбонатизированной зоны, заполненной кальцитовыми прожилками наиболее древней генерации, свойственной всей рудовмещающей толще порфириров (2, 6). Начавшиеся раскрытия первичного разлома привели к отложению последовательно трех рудных слоев. Первый слой (3) образовался путем полного замещения кварцеворудным материалом карбонатной жилы, что подтверждается наличием в нем кокард с яд-

рами порфирита с анкеритовой оторочкой. Слой (4) по существу представляет собой часть предыдущего, отделенную внутренним швом в результате межминерализационной подвижки. Следующая подвижка привела к смятию слоя лежачего бока и образованию маломощного рудного слоя (5) полосчатой текстуры, резко отличающегося от верхних рудных слоев высоким содержанием мелкозернистых сульфидов преимущественно более поздней генерации (сфалерит, галенит, блеклая руда) и золота с высоким содержанием.

Рудная жила, находившаяся в сужающемся порфиритовом клине между Главным нарушением и контактом известняковой толщи, подвергалась усиленному поперечному сжатию, в результате которого появлялись серии трещин, наиболее мобильные из которых послужили заложению по ним рудных жил. Подобный случай иллюстрируется следующей зарисовкой (рис. 83). Фиг. I изображает рудную жилу в трех сечениях: по простиранию, падению и в разрезе по линии $A - A'$ в зоне мобильных трещин со штрихами скольжения по падению их. На фиг. II изображен штупф из висячего бока, показывающий, что в результате первичной подвижки образовались глубокие борозды, зацементированные рудным кварцем, и затем, после формирования жилы, прошла диагональная подвижка, оставившая тонкие косые штрихи, перекрывшие первые.

Ранее были описаны древние карбонатные жилы, полностью или частично замещенные рудным кварцем, но многие из них остались в первичном виде, особенно маломощные. На рис. 84 приведены случаи, когда такие жилы секутся рудными также маломощными жилами. Маломощность тех и других объясняется значительной монолитностью вмещающих порфиритовых блоков при отсутствии трещиноватости в них. Обе приводимые зарисовки сделаны на основе фотоснимков с передержанных негативов, поэтому являются точными. Верхняя показывает простое пересечение изогнутой анкеритовой жилы (1) маломощной рудной жилой с полосчатой текстурой (2). Нижняя зарисовка отличается от предыдущей только тем, что пересекаемая трещина (1) с анкеритовым прослоем была мобильной с небольшим перемещением и рудная жила (2) прошла ее с флексурным изгибом без признаков какого-либо нарушения его, что подчеркивается сохранением полосчатой сульфидной минерализации в пегрибе.

На рис. 85 приведены два случая сопряжения рудных жил со сместителями, решение о возрасте которых требует детального изучения. На левом снимке рудная жила (1) на первый взгляд представляется смещенной по крутопадающей трещине послерудного возраста (2). Внимательное изучение промежутка между смещенными крыльями показало, что типичная брекчия рудного кварца отсутствует, а в действительности имеется кварцеворудный проводник, соединяющий оба крыла жилы, но нарушенный повторившейся послерудной подвижкой, что дает основание считать сместитель дорудным, а рудную жилу оформившейся после первичной подвижки по нему. На правом рисунке также легко принять трещину смятия (2-е диагональное нарушение — $315^\circ \angle 80^\circ$) за послерудный сместитель (1) рудной жилы-апофизы $14 - 205^\circ \angle 55^\circ$ (2). Правая зарисовка, сделанная на основе фотоснимка, фиксирует следующие детали сопряжения. Нижняя ветвь жилы как бы примыкает к уже существовавшему сместителю (б), но другая, верхняя ее ветвь сечет половину мощности сместителя, не нарушая секущего конца (а), что позволяет принимать сместитель за дорудный,

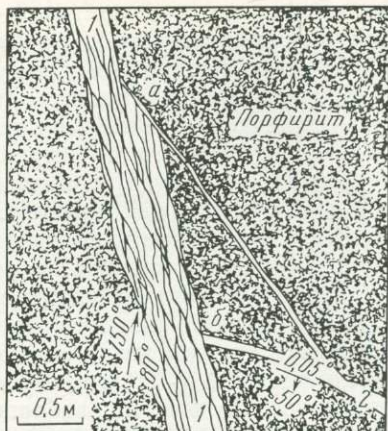


Рис. 85. На левом рисунке рудная жила (1) представляется смещенной послерудной трещиной (2), однако присутствие проводника рудного кварца в промежутке — в окружении боковой пиритизации устанавливает дорудный возраст смещения. Майская жила, 6-й горизонт, приконтактная зона с известняком.

На правом рисунке сместитель (1) также представляется послерудным, если судить по точке примыкания жилы (б), но верхняя часть (диагональное нарушение) четко определяется в других ранее описанных случаях. Рудная жила-апофиза 14 на 9-м горизонте. Беркуль

ее сечет половину мощности сместителя (а), что и устанавливает его дорудный возраст, каким он (2-е Диагональное нарушение) четко определяется в других ранее описанных случаях. Рудная жила-апофиза 14 на 9-м горизонте. Беркуль

каким он в действительности является в других уже упоминавшихся случаях.

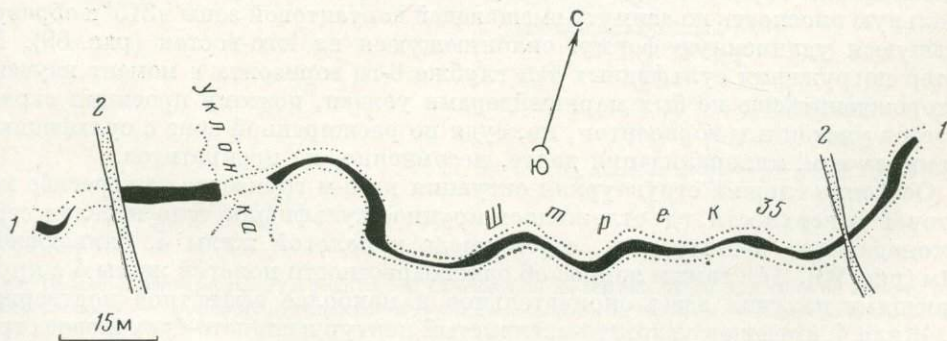
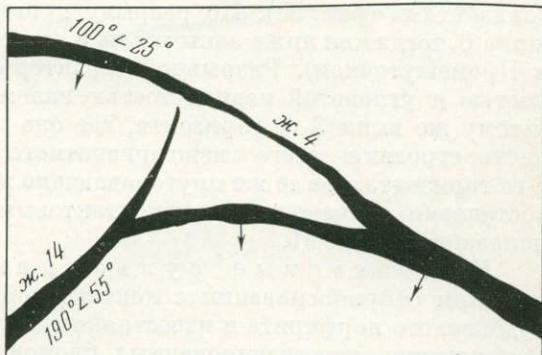
Возвращаемся к описанию пологой жилы 4, представленной на рис. 82, где она показана залегающей в рассланцованной карбонатизированной зоне, состоящей из трех рудных слоев, причем указывалось, что она перекрывает крутопадающие жилы, с которыми заложилась одновременно. Этот вопрос был длительное время спорным и важным в производственном отношении, поэтому он детально изучался и о результатах было доложено автором на техническом совещании ИТР (1 марта 1941 г.).

Дополнительными доказательствами одновозрастности пологой жилы 4 с крутопадающими приводятся следующие детальные рисунки, устанавливающие характер их сопряжений, а следовательно, и возраст (рис. 86). На верхнем рисунке к жиле 4 (1) подходит жила 17 (2), при этом она становится пологой и сливается с последней, имея одинаковый минеральный состав. Уполаживание жилы 17 происходило под влиянием параллельной рассланцовки околожилльной зоны пологой жилы и отчасти от подвижки клина породы, зажатого между первой и второй, подтверждением чего являются S-образные трещины, заполненные древним карбонатом-анкеритом (а). На нижнем рисунке, являющемся копией фотоснимка, та же пологая жила 4, образуя один из обычных для нее куполообразных загибов, перекрывает крутопадающую жилу 14,

Рис. 86. Два случая сопряжения рудных жил — пологой и крутопадающей, доказывающие одновременно их образования. На фотоснимке пологая жила 4 (1) перекрывает крутопадающую 14 (2), сливающуюся с ней. Промежуточный клин породы между ними явно имел дорудную подвижку, что подтверждается S-образной формой прожилков древнего карбоната анкерита (а). На нижней зарисовке та же пологая жила 4 перекрывает крутопадающую жилу 14, нижняя ветвь которой сливается с первой, а крутой конец ее выклинивается в притыке с первой. Бериккуль



Рис. 87. Пологонападающая жила (1), залегающая в складчатом разломе между двумя крутопадающими диабазовыми дайками (2). Жила 4, в 10 м ниже 6-го горизонта. Бериккуль



которая пологой ветвью сливается с ней, а крутой конец ее выклинивается в притыке с первой.

Кроме указанных рисунков, бесспорно устанавливающих разновозрастность пологой жилы 4 с крутопадающими, можно было бы привести и многие другие, которые фиксируют самые различные скрещения: слияние, выклинивание или тупое окончание крутопадающих жил при входе в пологую зону жилы 4 и даже пересечение ими последней.

Синхронный возраст пологой жилы 4 и перекрываемых ею крутопадающих доказывается не только характером их сопряжений, но и сходной рудной минерализацией. Последняя, очевидно, проникала по сложному разлому, сочетавшему крутые трещины с пологой зоной смятия и трещинообразования под влиянием сил сжатия клина порфиритовой толщи, зажатого между Главным нарушением и известняковой толщей. Сжатие ЮЗ — СВ направления подтверждается в юго-восточной части рудного поля складчатой формой первичного разлома жилы 4, вскрытого штреком 35 на 10-м метре ниже 6-го горизонта (рис. 87, см. рис. 63).

Одновременно со сдвиговым смещением в зоне разлома жилы 4 происходили вертикальные блоковые разрывы, из которых особенно глубокий (10 м) зафиксирован в приконтактовом участке известняковой толщи между 3-м и 6-м горизонтами (рис. 88). По разрыву проникла одиночная оруденелая трещина жилы 6, тогда как ниже зоны жилы 4 она состояла из нескольких ветвей (жила 5 и Промежуточная). Разрывной характер разлома подчеркивается малой мощностью и угловатой извилистостью заложившейся в нем жилы 6, прошедшей к тому же выше 3-го горизонта, где она выклинилась. Исключительная сложность строения всего межгоризонтного блока оказалась несколько ниже 6-го горизонта, где те же крутопадающие жилы в не менее сложной структурной обстановке сливаются с приконтактовым рудно-сульфидным телом, как это показано на рис. 91.

Контактовые сульфидные тела (Хотимские) находятся в тесном соприкосновении с контактовой поверхностью, разделяющей полосу рудоносного порфирита и известняковую толщу, местами внедряясь в нее путем ассимиляции катаклазированных блоков на верхних горизонтах.

На сопряженном плане (см. рис. 63) показаны формы сульфидных тел по нескольким горизонтам, а в совокупности все они спроектированы на вертикальную плоскость по азимуту вмещающей контактовой зоны в 315° и образуют слившуюся удлинненную форму, склоняющуюся на юго-восток (рис. 89). Характер погружения сульфидных тел глубже 6-го горизонта в момент изучения месторождения еще не был маркшейдерами увязан, поэтому проекция ограничивается указанным горизонтом, но, судя по расширенной зоне с сульфидными телами на нем, минерализация далее, несомненно, не прекратится.

Особенно сложна структурная ситуация на 6-м горизонте на перегибе контактовой поверхности, где отложилось крупное сульфидное тело и целая серия крутопадающих рудных жил, в том числе и пологой жилы 4, сливающейся с ним (рис. 90). Тем самым вопрос об разновозрастности пологой жилы 4 с крутопадающими получил здесь окончательное и наиболее эффектное подтверждение. Жила 4, имеющая угловато-извилистый контур и слоисто-брекчиевое строение за счет включенных отслоев карбонатизированной вмещающей породы (1), подходит к сульфидному телу с юго-востока и сливается с ним (5), имея

Рис. 88. Зона пологой рудной жилы 4 перекрывает крутопадающие жилы, образуя различные формы скрещений: смятие, выклинивание, тупое окончание и пересечение, что в общем определяет одно-возрастность сопрягающихся рудных жил. Сдвиговое перемещение, создавшее пологую зону расланцевания жилы 4, закончилось вертикальным разрывом в 10 м, по которому заложилась жила 6. Вертикальный разрез промежуточного межгоризонтного блока 1 в приконтактовой зоне с известняковой толщей. Бериккуль

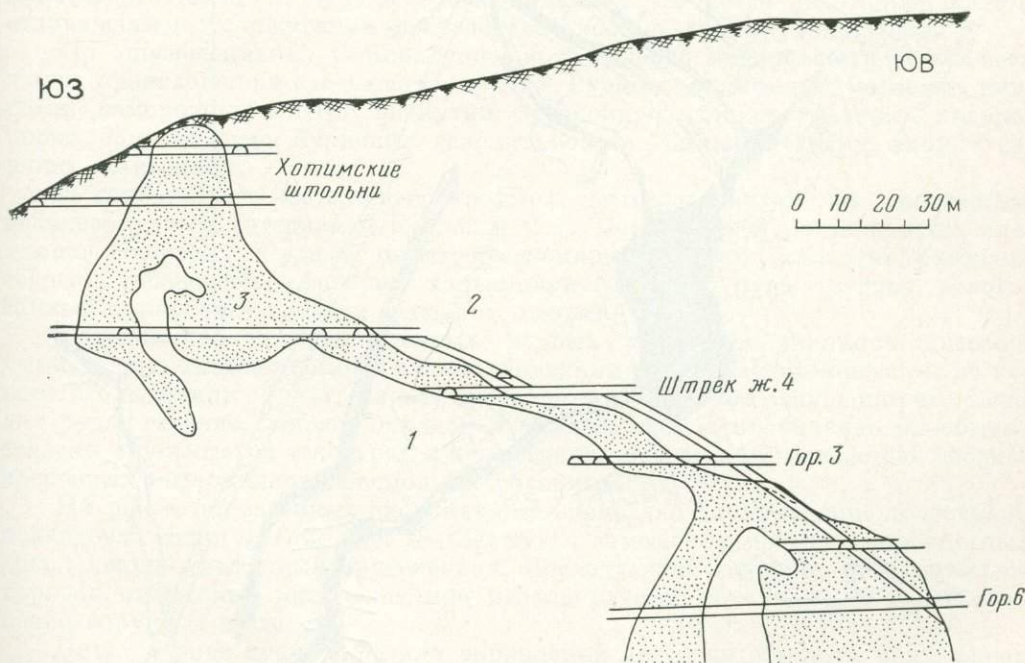
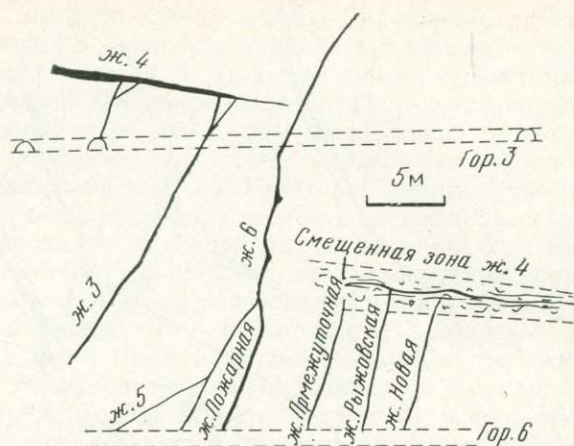


Рис. 89. Проекция контактовых сульфидных тел (Хотимских) на вертикальную плоскость по азимуту 315° . 1 — известняки; 2 — порфириды, вмещающие крутопадающие рудные жилы; 3 — общий контур сульфидных тел, склоняющийся на юго-восток. Деталь 6-го горизонта (см. рис. 90). Бериккуль

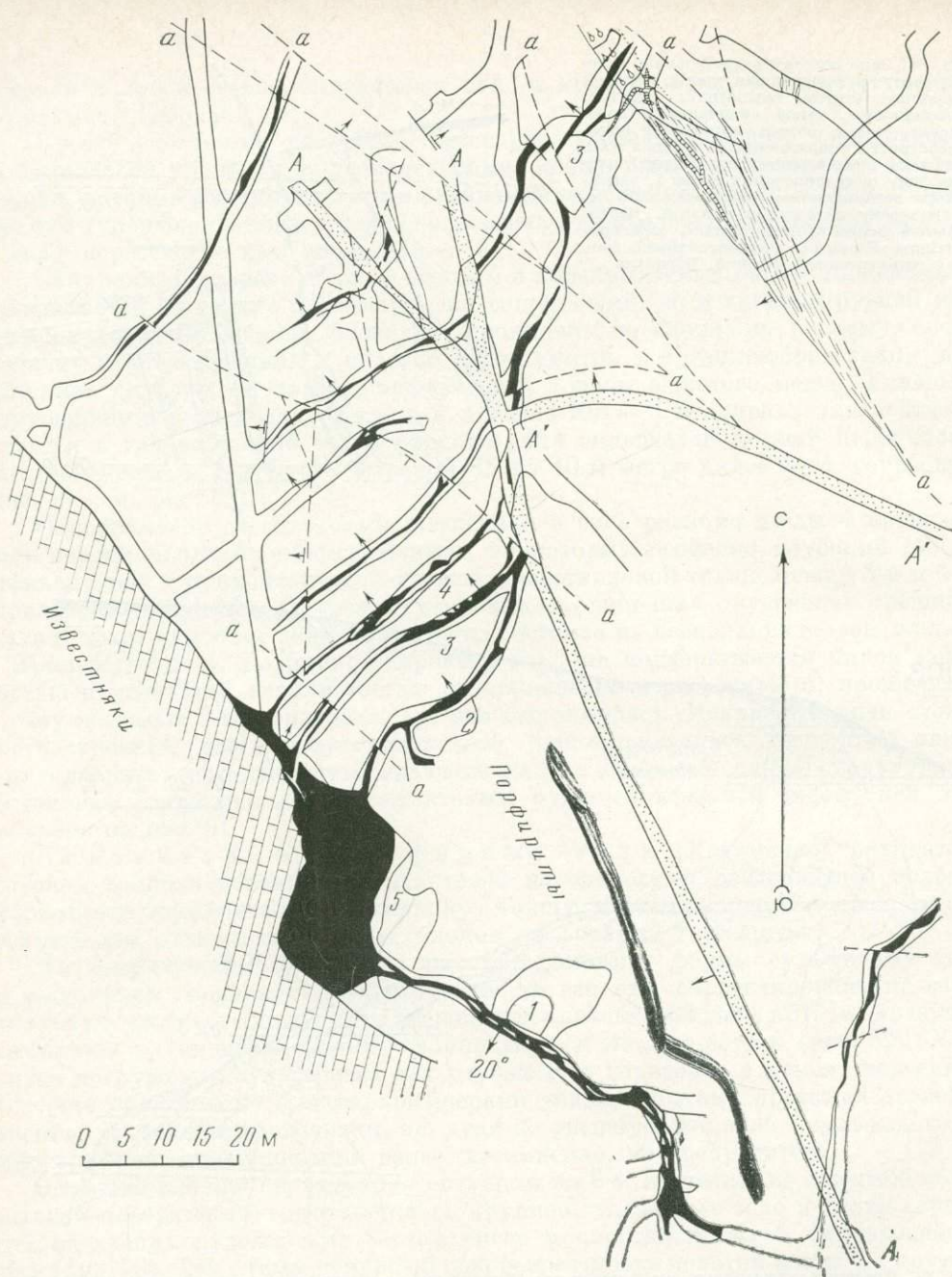


Рис. 90. Сложная рудная ситуация в приконтактной зоне известняка с порфиритовой рудовмещающей толщей.

1 — пологая жила 4; 2 — Кировская жила; 3 — Новая жила; 4 — Рыбковская жила; 5 — приконтактовое сульфидное тело. Все они, сливаясь, имеют сходную рудную минерализацию, что определяет общую одно-возрастность. *a* — поперечные трещины, смещающие рудные жилы; A—A — продольная послерудная диабазовая дайка; A'—A' — поперечная диабазовая дайка, того же возраста. 6-й горизонт. Верикюль. План составлен автором совместно с рудничным маркшейдером Н. В. Харитоновым

общую рудную минерализацию, в которую кроме обычных минералов входит значительное количество пирротина. В северной окраине сульфидного тела к нему подходят три крутопадающие жилы (2, 3, 4), также сливающиеся с ним и имеющие тот же минеральный состав. Общая ситуация этих и соседних жил представляет собой как бы скрученный жгут, что является следствием сильного смятия и движения вмещающего порфиритового клина в северо-западном направлении, согласном с расщеплением всей порфиритовой толщи. Участок еще более был осложнен не только послерудными поперечными трещинами (а), незначительно смещающими рудные жилы, но и продольным разломом большой мощности, занятым диабазовой дайкой (А), из серии тех, что секут рудные жилы по всему рудному полю. В северной части дайка раздваивается и в пункте разветвления сливается с поперечной дайкой того же состава и возраста (А').

Минерализация рудных жил. Минеральный состав жил весьма разнообразен и изменяется качественно и количественно, что в основном зависит от этапов карбонатизации, игравшей значительную роль в формировании рудных жил и представленной несколькими генерациями более раннего анкерита и кальцита. Автор не ставил своей задачей специальное изучение минерального состава рудных жил и поэтому приводит общие сведения, в соответствии с работой, проведенной исследовательской партией геолога Д. А. Тимофеевского (1943 г.), однако особое внимание уделяется некоторым жилам, отличающимся усложненной последовательностью рудных минералов.

По определению С. С. Боришанской, выделение минералов в кварцевых жилах происходило в следующем порядке. Рудные: молибденит, магнетит, пирротин, самородный висмут, висмутин, арсенопирит, пирит, сфалерит, халькопирит, блеклая руда, бурнонит, галенит, золото. Жильные: кварц, хлорит, серпичит, карбонаты.

В карбонатных жилах, вероятно, тех, которые описаны как замещенные кварцеворудным материалом, согласно С. С. Боришанской, установлены следующие минералы. Рудные: пирит, арсенопирит, никелин, хлоантит, раммельсбергит, герсдорфит, сфалерит, халькопирит, блеклая руда, галенит, золото. Жильные: карбонаты, кварц, флюорит, хлорит.

Большинство из перечисленных рудных минералов являются аксессуарными, а явно выделяющимися и определяющими степень золотоносности, по нашим наблюдениям, будут: пирит, арсенопирит, сфалерит, халькопирит, блеклая руда, галенит, причем порядок и количественное проявление их обычно связаны с полосчатой текстурой и не всегда выдерживаются вследствие неодновременных интерминерализационных подвижек.

На ранее приведенных рисунках было показано формирование полосчатых кокардовых текстур (см. рис. 78—82) путем замещения древних карбонатных жил с кварц-сульфидным оруденением. Последующие рисунки иллюстрируют порядок отложения минералов при неоднократных подвижках в плоскостях кварцеворудных жил.

Пирит в виде прожилков или вкраплений является обычным включением в жильном кварце, как и арсенопирит, определяя промышленное содержание золота в руде такого состава, но встречаются прожилки, состоящие из агрегата мелкодробленых кусочков анкерита и пирита, слабо золотоносного вследствие того, что тот и другой являются более ранними образованиями, как это было установлено при изучении кокард с ядрами из пиритизированного

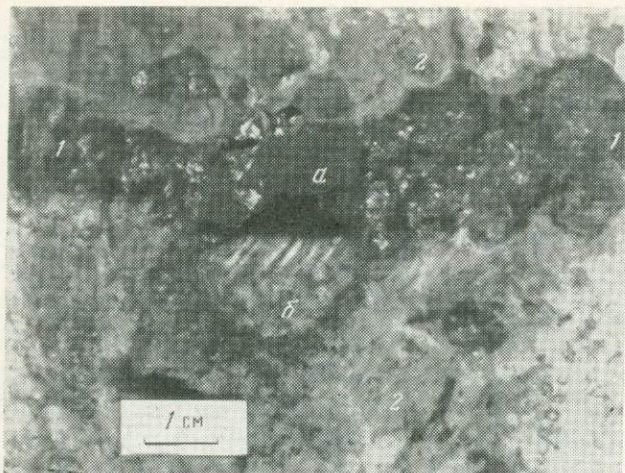


Рис. 91. Включение в кварцеворудной золотоносной жиле (2) корродированного прожилка (1), состоящего из раздробленных частей анкерита и пирита самой ранней незолотоносной генерации, среди которых сохранился кристалл пирита (а), спаянный с осколком анкерита (б), на котором отпечаталась грань пирита с комбинационной штриховкой (псевдоморфоза анкерита по пириту). Жила Ике на 9-м горизонте. Бериккуль

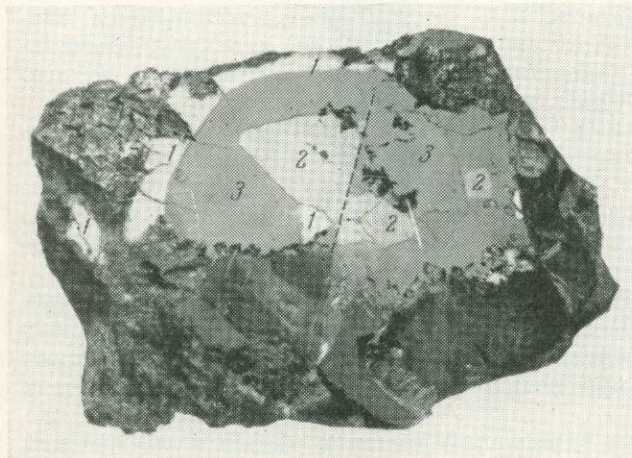


Рис. 92. Аншлиф рудного штуфа, определяющий относительный порядок выделения пирита и пирротина. Внутри кварцеворудной жилы с включениями осколков древнего анкерита (1), агрегат пирротина (3), цементирующего кристаллы пирита (2), что определяет порядок их выделения — более ранний пирита и более поздний пирротина. Жила 4 на 9-м горизонте. Бериккуль

порфирита и анкеритовой оторочкой (см. рис. 77—79). Брекчированные отслои стенок рудной трещины с таким материалом иногда встречаются в кварцеворудной жиле, и анализ на содержание золота в них подтверждает слабую золотоносность их (рис. 91). Такой слой (1), явно корродированный рудным кварцем (2), полностью состоит из мелкодробленых частиц анкерита и пирита, причем среди них сохранился кристалл пирита (а), спаянный с осколком анкерита (б), на котором имеется отпечаток грани кристалла пирита с комбинационной штриховкой, что бесспорно устанавливает их, а также всего прожилка, наиболее ранний дорудный возраст.

Как уже отмечалось, полая жила 4, как и сливающиеся с ней крутопадающие жилы, содержат увеличенное количество пирротина, ассоциирующего с пиритом. Поскольку второй в той или иной степени золотоносен, тогда как скопления первого всегда служат признаком пониженного содержания золота в руде, было необходимо установить порядок их выделения, что дает следующее описание аншлифа штуфа из жилы 4 (рис. 92). Штуф состоит из рудного кварца, включающего осколки древнего анкерита (1) и агрегат пирротина (3),

цементирующего два кристалла пирита (2), из которых левый разбит трещиной, залеченной пирротином, что явно устанавливает порядок их выделения — более поздний у пирротина. Такой же порядок выделения этих двух минералов выдерживается и по всем другим жилам, где они ассоциируют.

Н и к е л ь - к о б а л ь - т о в о е о р у д е н е н и е . Представлено в рудном поле пятью минералами, являющимися арсенидами (никелин, раммельсбергит, хлоантит, герсдорфит, кобальтин). Все они являются молодыми образованиями, не связанными по времени отложения с кварцеворудными золотосодержащими жилами.

Д. А. Тимофеевский (1943 г.), специально изучавший эту минерализацию для определения промышленной ценности, относит их к молодым тектоническим зонам, насыщенным карбонатами (анкеритом и кальцитом), и распределение их ставит в зависимость от диабазовых даек. Наиболее благоприятной в этой связи была полоса развития даек и тектонических зон северо-западного направления между 1-м и 3-м Диагональными нарушениями. Если ранее было известно проявление оруденения на семи участках, то он увеличивает это число до 14 и констатирует наличие Ni-Co-оруденения в анкерите, а не в кальците. Им приводится также справка по химическим анализам кеков — отходов от фабричной обработки золотокварцевой руды, определившей содержание в них Ni и Co в тысячных долях процента, что может быть объяснено попаданием в руду кусков анкеритовых прожилков, содержащих эти минералы.

При изучении структур золоторудных жил и их нарушений нами наблюдалось в нескольких участках проявление Ni-Co-оруденения, причем указываемая Д. А. Тимофеевским связь его с нарушениями и диабазовыми дайками подтверждается следующими тремя рисунками. На первом из них (рис. 93) показан разлом 2-го Диагонального нарушения ($340^\circ \angle 78^\circ$), дважды раскрывавшийся. Первое раскрытие (1) было заполнено карбонатной жилой с кокардовой текстурой с ядрами-осколками вмещающего порфирита и отторченными анкеритом (сравнить с рис. 81, 82). Второе раскрытие сопровождалось отложением кристаллического кальцита (2), поперечный прожилок которого сечет первый слой, что и устанавливает относительный возраст обоих. Никелин отложился в виде тонких прожилков и мелких включений в первом слое (черное).

Следующая зарисовка (рис. 94) представляет собой штупф рудной жилы Икс ($210^\circ \angle 45^\circ$) в контакте с тем же 2-м Диагональным нарушением (1). Рудный кварц жилы (2) цементирует брекчию боковой породы пиритизированного

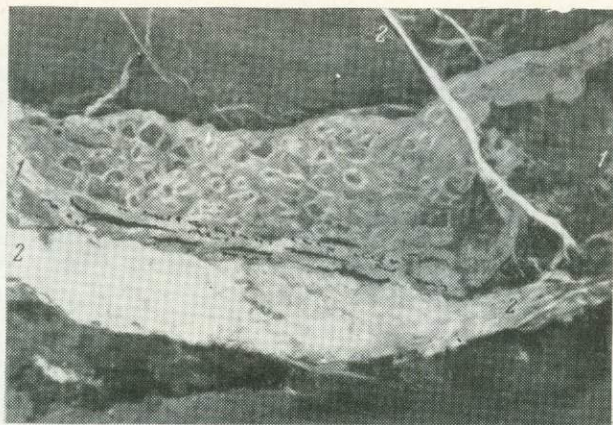


Рис. 93. Разлом 2-го Диагонального нарушения имел двукратное раскрытие. Первое было заполнено карбонатной жилой (1) с кокардовой текстурой с ядрами-осколками порфирита, отторченными анкеритовыми кольцами. Второе было занято крупнокристаллическим кальцитом (2), прожилок которого сечет первый слой, что устанавливает порядок заполнения обоих слоев. Никелин отложился в лежачем боку первого слоя в виде шнурков и вкраплений (черное). 3-й горизонт. Берикулъ

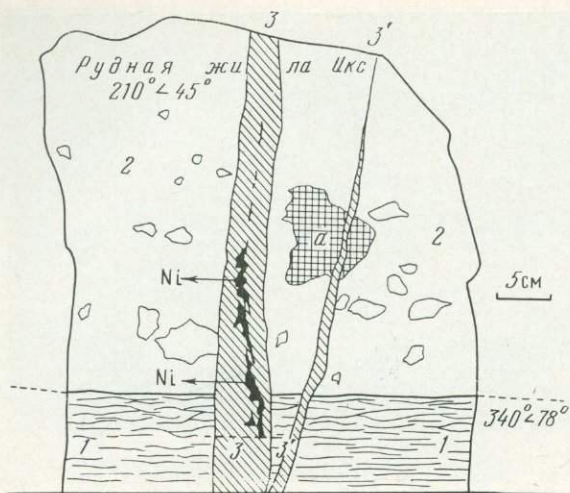


Рис. 94. Штуф рудной жилы Цкс с брекчиевой текстурой из контакта с 12-м Диагональным нарушением. 3-й горизонт. Бериккуль

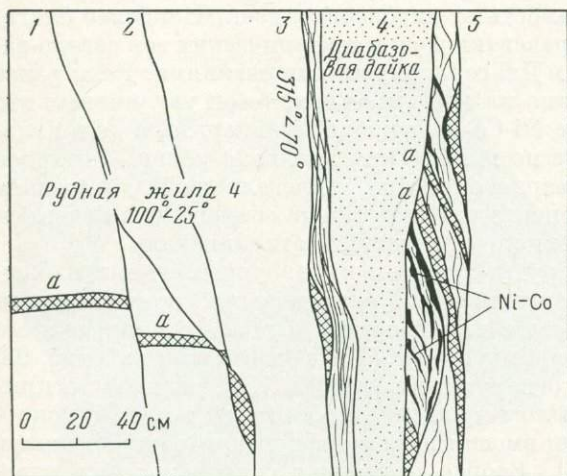


Рис. 95. Зарисовка подтверждает отложение Ni-Co-оруденения в разломе с расщеплением (3, 4, 5), занятом в последующем диабазовой дайкой (4), срезающей в правой стенке примыкающие к ней кальцитовые прожилки (a) и шнуры Ni-Co минералов (черное). Мобильность этого разлома и соседних швов (1, 2) подтверждается наличием поперечного кальцитового прожилка с микросмещением (a). 6-й горизонт. Бериккуль

порфирита и отслоя шрита той же древней генерации (a). Две поперечные трещины (3, 3'), секущие жилу и нарушение, заполнены кристаллическим кальцитом, причем левый из них включает внутри согласные прожилки никелина (черное), эффектно выделяющегося медно-красным цветом на фоне белого кальцита.

Третья зарисовка (рис. 95) подтверждает локальную связь Ni-Co-оруденения с диабазовой дайкой (4), залегающей в мобильном контакте с пологой рудной жилой 4. В обоих контактах диабазовой дайки происходили подвижки, так как стенки ее были смяты и после возобновления подвижек в правом контакте (5) заполнены косыми прожилками кальцита (a) и шнурами никель-кобальтовых минералов. И те и другие срезаются в правой стенке диабазовой дайки, что указывает на дополнительную самую молодую подвижку не только в контактах с диабазовой дайкой, но и в других соседних мобильных швах (1, 2), где отмечается даже величина микросмещения кальцитового прожилка (a).

4. Значение изучения признаков движения

В рудничной практике геолога часто встречаются случаи, когда необходимо установить движение блоков породы, вмещающих рудные тела, а также определить направление смещения рудных жил по поперечным трещинам или внутри по плоскостям интерминерализационных подвижек. В этом отношении

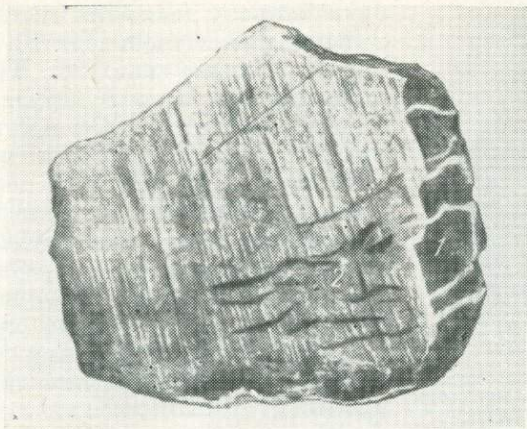


Рис. 96. Штуф из висячего бока рудной жилы. Борозды скольжения идут почти по падению рудной жилы и пересекаются поперечными рубцами (2), образовавшимися в оглиненном слое, прикрывающем кальцитовые прожилки (1), подавшиеся углублению как более мягкие, чем вмещающий порфирит. Жила 4 на 6-м горизонте. Берикюль



Рис. 97. Борозды движения в интэрминерализационной трещине, покрытые ненарушенными кристаллами кальцита, что устанавливает отсутствие последующих подвижек и проникновения рудных растворов. Жила 4, забой 185 на 6-м горизонте. Берикюль

рудное поле Берикюля по сравнению со многими другими золоторудными месторождениями СССР отличается обилием и разнообразием соответствующих примеров, сущность которых выяснялась обычно дополнительными проходками или буровыми скважинами. Во многих таких случаях можно было избежать затраты излишних средств и времени путем изучения признаков движений — штрихов и борозд скольжения, всегда в том или ином виде наблюдающихся, но требующих исключительно внимательного изучения с применением доступных каждому рудничному геологу приемов. Штрихи, борозды и зеркала скольжения определяют не только направление отражаемых ими движений, но также возраст и стадии рудной и жильной минерализации при внутрирудных смещениях. Приведенные ниже фоторисунки иллюстрируют морфологические разновидности линейных признаков движений в зависимости от состава и степени мобильности несущих плоскостей, а также случаи, когда рекомендуемый в учебниках и журнальных статьях в качестве универсального способ определения направления движения путем поглаживания пальцами не оправдывается. Это происходит в тех случаях, когда пальцы наталкиваются на поперечные рубцы, образующиеся при изъятии штуфа из висячего бока трещины. Тонкий слой перетертой породы закручивается в направлении движения висячей стенки и при вскрытии шва этот слой, растрескиваясь, отваливается, образуя рубцы, ощущаемые пальцами по ходу движения. Такой случай изучался на месторождении Бестюбе (см. рис. 33 и 44), и правильность его была доказана загибом слоев туфосланцев в лежащем боку рудной жилы.

Появление рубцов, поперечных бороздам скольжения, образующихся обычно на поверхности лежащего бока в виде конусного углубления,

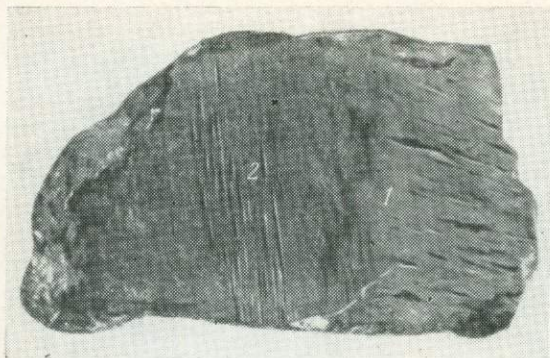


Рис. 98. Штуф со штрихами скольжения объясняет прерывистость их (2). Присутствие в породе под ними миндалин кальцита (1), смятых движением, создало неоднородную плотность, что и послужило причиной прерывистости штрихов. Жила 3 в интервале горизонта штолен и горизонта 3. Берикюль

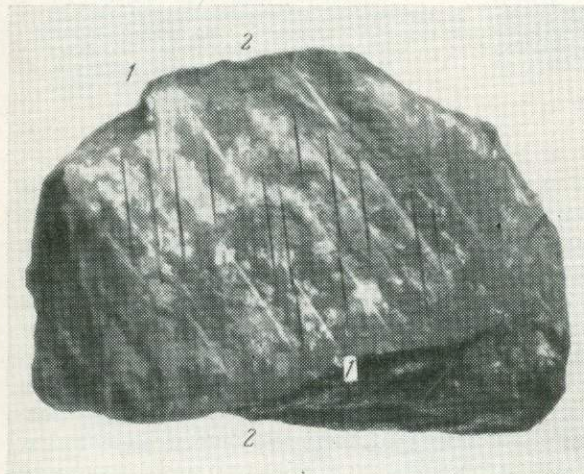


Рис. 99. Штуф сульфидной руды с плоскостью, испытанной двукратно движением.

1 — первое образовало широкие и глубокие борозды, отшлифовав до зеркального блеска скопления пирита (белое); 2 — второе движение — косое к первому, оставило тонкие штрихи. Фото в отраженном свете. Сульфидное контактное тело на 6-м горизонте. Берикюль (см. рис. 90)

рудной минерализации зальбандов или изменения текстуры их. Показательным примером такого явления может служить следующий фотоснимок штуфа (рис. 98). Чтобы убедиться в причине прерывистости штрихов скольжения в кровле жилы в соответствующем штуфе был снят слой со штрихами (2), под которым миндалины кальцита в туфобрекчиевой породе, вмещающей рудную жилу, смяты силой движения (1), вследствие чего образовавшаяся

направленного вершиной в обратную сторону движения висячего бока, может происходить и по другой причине (рис. 96). Трециноватость почвы рудной жилы была заполнена кальцитовыми прожилками (1) и при движении по оглиненному перекрывающему слою продольные борозды по падению рудной жилы получили поперечное углубление, совпадающее с подлежащими кальцитовыми прожилками, более мягкими по сравнению с вмещающим порфиритом (2).

Как может изменяться внешний вид борозд движения в различных плоскостях одной и той же рудной жилы, показывает следующий фотоснимок (рис. 97). Штуф взят из карбонатного плотика (1) интерминерализационной трещины той же жилы. Широкие борозды того же направления по линии падения ее здесь покрыты мелкими ненарушенными кристалликами кальцита (2), что указывает на отсутствие последующих подвижек и рудной минерализации в этой внутрирудной плоскости.

При изучении движений, выражающихся штрихами, бороздами и зеркалами скольжения, необходимо обращать внимание на последствия сжатия, которому подвергаются слои стенок мобильных рудоносных трещин, что может быть причиной в той или иной степени

неоднородность плотности породы создала прерывистость штрихов.

Зеркала скольжения очень эффектно образуются и хорошо сохраняются обычно на твердых сульфидах (ширит, арсенопирит, халькопирит), особенно когда в шлифовочном материале не участвуют осколки и зерна твердых минералов. Очень часто они встречаются в мобильных трещинах сульфидных тел (Хотимских). На штуфе, взятом из такого тела на 6-м горизонте (рис. 99), отражены признаки двух движений, из которых первое оставило широкие борозды (1) по линии падения трещины, отшлифовав до зеркального блеска выступающие части включений пирита (белое). Более слабая подвижка в косом направлении к первой в той же плоскости оставила на зеркальных участках пирита тонкие штрихи (2). Углубления первых борозд заполнены мельчайшими, сажистого цвета частицами перетертого пирита.

Образование полосчатой рудной текстуры происходит в большинстве случаев в результате повторяющихся относительных подвижек стенок разлома и рудного заполнения появляющихся полостей. Если расколоть рудный штуф по слою того или иного сульфида, обнаруживаются следы движения — штрихи, борозды или зеркала скольжения, зацементированные рудным материалом той же или последующей генерации (рис. 100). В первом случае признаки движения могут не обнаружиться, во втором — они легко отпрепарируются, как это обнаружил раскол (а — а) после разъема по нему вмещающих слоев I—II.

Во всех приведенных примерах признаков движений — штрихов и борозд скольжения — направление их совпадает с линиями падения рудных жил или близко к ним, в направлении СЗ — ЮВ, тогда как более ранние во вмещающей порфиритовой полосе направлены по дифференцированным слоям СЗ — ЮВ направления с крутым, почти вертикальным, падением на юго-запад; они пологие и в большинстве горизонтальные. При таком пространственном сочетании и тех и других представляется возможным установить положение эллипсоида деформации, короткая ось которого имеет направление в СЗ — ЮВ, обуславливая сжатие. Это будет убедительно оправдывать углы падения рудоносных трещин на северо-запад и взбросовое движение висячих блоков. Эллипсоид деформации располагается поперек оси СЗ — ЮВ направления складчатой известняковой толщи, подстилающей рудоносную порфиритовую полосу, что определяет более древний эллипсоид деформации с короткой осью ЮЗ — СВ направления (см. рис. 63).



Рис. 100. Внутрирудные борозды скольжения, обнаруженные расколом по сульфидному шву (а—а) после разъема вмещающих слоев I—II. Жилы 4 при скрещении с жилой Крутой на 6-м горизонте. Берикюль

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ КОЧКАРСКОГО РУДОНОСНОГО ГРАНИТОИДНОГО МАССИВА

I. Краткий очерк изучения и освоения рудного поля

Начало золотого промысла в Кочкарском районе относится к 1842 г. Первые разработки золота появились на Юльевском прииске, находящемся в 18 км южнее, а в 1851 г. началась вскрыша россыпного золота на Успенском отводе, составляющем южную часть Кочкарского рудного поля. Вскоре под россыпями были обнаружены кварцевые золотоносные жилы, что и положило начало золоторудному делу в этом районе.

В среду русских золотопромышленников проникли иностранцы — французы, бельгийцы и англичане, скупившие отдельные отводы и создавшие две анонимные компании — французскую и английскую. К моменту прихода Советской власти почти все отводы находились в их руках. Золотопромышленники дореволюционного периода добывали только золото; мышьяком же, присутствовавшим в руде в виде арсенопирита, не интересовались, так как он мешал выгодному для них извлечению золота, вначале путем амальгамации, а затем хлоринации и цианизации. И только после этого был введен обжиг мышьяконосной руды для более полного извлечения золота из огарков.

После длительной консервации уже национализированного предприятия 1926 г. следует считать началом изучения Кочкарского рудного поля при тесном участии автора.

В 1928 г. на месторождении начали свою деятельность геологи Ф. М. Казаченко и В. А. Бяков — воспитанники Свердловского горного института, ученики автора.

Большую помощь при первом ознакомлении с геологией Кочкарского рудного поля оказывал капитальный труд Н. К. Высоцкого, опубликованный в 1900 г. и длительное время служивший прекрасным справочником, не потерявшим значения до настоящего времени по многим вопросам минералогии и петрографии, а также экономики рудных жил и россыпей золота Кочкарского района.

На геологической карте Н. К. Высоцкого гранит показан как единое тело, имеющее в отдельных точках очень разнообразный состав, позволяющий определять его по присутствию в нем плагиоклаза и микроклина то как гранодиорит (плагиогранит), то как микроклиновый гранит, однако при последующих геологических съемках геологи делят его на две части: восточную полосу рудовмещающего плагиогранита и западную микроклинового.

На эту карту (рис. 101) Н. К. Высоцкий нанес около 700 учтенных им рудных жил в виде веера, раскрытого на восток, из которых очень многие детально им описаны. После национализации предприятия отработке подлежали только наиболее крупные и продуктивные жилы в количестве около 50, а в под-

счет запасов руд и металла вошло около 200. Это объясняется тем, что многие менее крупные жилы были отработаны еще в дореволюционное время только в обогащенной золотом верхней зоне и в настоящее время считаются непромышленными.

Н. К. Высоцкий впервые описал породы «табашки» в виде жилоподобных тел, сопутствующих рудным жилам, и определенные им как динамометаморфизованные рудовмещающие плагиограниты. В последующем геологами, изучавшими месторождение, эта концепция подверглась критике и последовательно заменялась несколькими другими.

Одновременно с организацией геологоразведочной службы автор принял участие в составлении проекта восстановления шахт и очередности ввода их в действие. Обсуждался вариант централизации путем проходки на последнем достигнутом горизонте одной из центральных шахт магистрального квершлага для подсечения как можно большего количества наиболее продуктивных жил с откаткой руды к центральной шахте. Автор предложил осуществить другой вариант — децентрализацию рудного хозяйства на том основании, что некоторые рудные жилы на проектной глубине магистрального квершлага, судя по их строению и распределению золота, не дадут промышленной руды и даже не будут встречены, но выгодно могут обрабатываться промышленные горизонты до значительной глубины отдельными шахтами. Этот вариант был принят и осуществлялся до последнего времени.

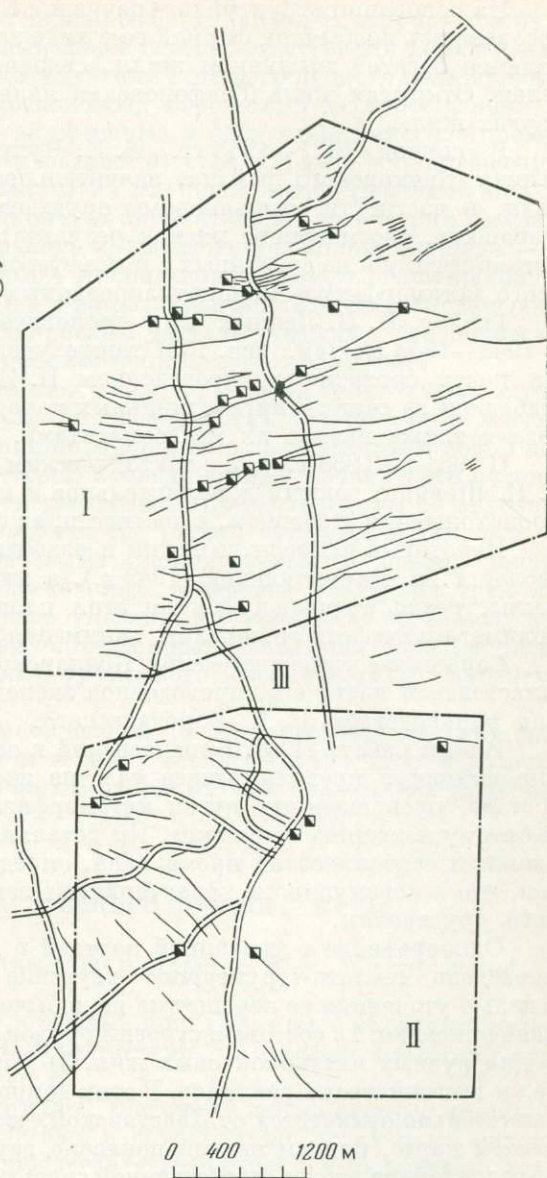


Рис. 101. План расположения золоторудных жил Кочкарского месторождения. По Н. К. Высоцкому, 1900.
I — северная часть рудного поля; II — южная часть рудного поля; III — промежуточная непромышленная полоса — площадь скального плагиогранита

На основании структурного изучения Екатеринбургской жилы автор, заинтересовавшись необычной формой ее в виде загиба дорудного возраста, обосновал наличие богатой мышьяком жилы, связанной с общим тектоническим сместителем. Открытая жила Трифоновская являлась наиболее продуктивной среди других жил.

В период 1931—1943 гг. И. И. Чупилин, проводивший геологическую съемку Кочкарского района, значительное время уделял изучению рудного поля, в частности мышьяковому оруденению. Особенно детально он изучал «табашки», рассматривая их как результат особых, предшествующих рудному метаморфизму и не связанных с ним метасоматических преобразований «фемического метаморфизма» милонитизированных гранитоидов.

Геолог И. В. Ленных при геологической съемке Кочкарского района в 1942—1948 гг. (см. рис. 103) также уделял большое внимание «табашкам». Он почти согласно с определением И. И. Чупилина объяснял образование «табашек» за счет гранита и жильных пород, измененных процессами метасоматоза и также назвал их метасоматитами.

С 1931 по 1938 г. уже с тектоническим уклоном рудное поле изучал геолог Г. Н. Шавкин, давший дополнительное к предыдущим концепциям толкование происхождения «табашек», в частности, за счет шлировых выделений в граните.

Некоторые вопросы геологии и разведки Ново-Троицкой площади осветил геолог Г. И. Вировлянский (1949 г.), а минералогическим изучением Зеленой жилы, резко отличающейся на этой площади наличием редких по составу полиметаллических минералов, занимался П. В. Покровский (1939 г.).

Серьезным этапом изучения Кочкарского рудного поля было исследование Пластовской части его, проведенное экспедиционной партией в 1948—1949 гг. под руководством Н. И. Бородаевского.

В этой работе Н. И. Бородаевского в основу тектоники рудного поля впервые выдвинул преобладающее участие жильных дайковых пород различного состава, превращенных путем метаморфизма в несколько разновидностей, по местному названию «табашки». Им детально описана последовательность очень сложных тектонических проявлений, определены этапы минерализации рудных тел, что в совокупности характеризуют закономерности в формировании золотого оруденения.

Одновременно с указанной партией в период 1948—1949 гг. автором было проведено геолого-структурное изучение Ново-Троицкой рудной площади с целью уточнения ее перспектив по добыче мышьяка. В результате этой работы дано описание: 1) состава и строения рудоносного массива, 2) условий формирования рудных мышьяконосных жил, 3) морфологических особенностей рудных тел и тектонических разломов. В этих вопросах Ново-Троицкая рудная площадь значительно отличается от Пластовской, что отражено на составленной геологической карте, причем на ней показано групповое расположение рудных жил, обусловленное их непосредственной связью с тектоническими разломами дорудного возраста (1948—1950 гг.).

Результаты всех указанных работ используются в настоящем очерке, который представляется целесообразным, исходя из соображений, учитывающих геологические факторы, не получившие должного отражения в вопросе о происхождении рудоносного гранитоидного массива и в связи с этим условий формирования месторождения. Это уместно также и потому, что предприятию

предстоит расширение производства на основе благоприятных результатов бурения глубокой зоны, а более исчерпывающее освещение строения верхней зоны может в будущем при более детальном изучении сложного рудного поля привести к более оптимальной оценке промышленных перспектив месторождения.

Дополнительные наблюдения, включенные в общее описание месторождения, проводились на следующих участках: а) структурные — в погашенных шахтах Пластовского рудного поля; б) на площади, использованной под застройку, а следовательно, недоступной для каких-либо геологических наблюдений с применением вскрышных работ; в) на Ново-Троицкой площади — на межрудных участках, где наблюдались мигматизированные и гранитизированные древние покровные породы; г) в южной оконечности общего рудоносного гранитоидного массива, где зафиксированы выходы крупных тектонических разломов, а также известно золотополиметаллическое оруденение.

В 1967 г. в журнале «Советская геология» была напечатана статья В. М. Яновского и Л. Д. Туголесова об особенностях Пластовского массива плагиогранитов. Эта работа искренне порадовала нас констатацией новой концепции о магматогенно-метасоматическом происхождении Кочкарского рудоносного гранитоида, положившей конец устаревшим представлениям об интрузивном типе его. Искреннее удовлетворение эта работа вызывает и тем, что она полностью подкрепляется наблюдениями, положенными в основу нашего очерка, подготавливаемого к опубликованию в течение последних трех лет. Более того, наблюдения, проведенные указанными авторами, позволяют увереннее трактовать не только проблему объема континентальных пород, занятого массивом гранитоида, но и причину группового распределения оруденения на всей площади его.

Наконец, эти дополнительные наблюдения по Кочкарскому массиву дают возможность показать методологию и технику геолого-структурной документации, приводившей в некоторых случаях к открытию или оправданию прогнозов по расширению рудных запасов.

II. Строение Пластовского рудного поля

1. Поверхностные рыхлые отложения и древняя кора выветривания

Состав и мощность рыхлых отложений, прикрывающих коренные породы рудного поля, находятся в полном соответствии с рельефом местности лесостепного типа.

Мезозойские отложения отсутствуют, третичные пестроцветные глины, по местному названию кавердаки, залегают в современных логах и на пологих склонах. Четвертичные отложения представлены бурыми и коричневыми делювиальными суглинками, залегающими на плотиках коренных пород и перекрываемые обычно аллювиальными песчано-глинистыми отложениями с галечными прослоями, почти всюду в той или иной степени золотоносными, как в безводных долинах, так и в руслах рек и ручьев.

Особо золотоносными были рыхлые отложения, составляющие центральную часть рудного поля, где россыпное золото отложилось в результате разрушения золотоносных кварцевых жил.



Рис. 102. Водопроводная канава, вскрывшая поверхностную зону выветривания Кочкарского рудовмещающего плагиигранитового массива в меридиональном направлении, вкост простираения рудных жил на интервале между шахтами Красная и Октябрь. Полосы отражают интенсивность окраски гидроокислами железа (белая, желтая, бурая, вишнево-бурая, розовая, фиолетово-бурая), варьирующего состава плагиигранита и многочисленных жильных пород

Суммарная мощность третичных и современных отложений достигает 20 м, на увальных возвышенностях они незначительны, где замещены тонким слоем элювия коренной породы или дерновым слоем. Так, в южном конце плагиигранитового массива с левой стороны рч. Каменки дерновый слой на известняке оказался золотоносным и был перемыт старателями.

Основной интерес представляет поверхностная зона выветривания рудовмещающего плагиигранитового массива, часто вскрывавшаяся разведочными канавами. Эффектную картину вскрыла водопроводная канава, где плагиигранит, превращенный в каолин-серицитовую массу, содержащую кварц и мусковит, по местному названию «талики», представлен полосами перемежающейся окраски (белой, розовой, сиреневой, желтоватой), обусловленной окислением железосодержащих первичных минералов в сложном составе плагиигранита, жильных дайковых пород и полос метасоматитов-табашек, ориентированных в широтном направлении, общим и для рудных жил (рис. 102).

Состав полос, отличающихся окраской и в некоторых случаях резкими переходами, объясняется процессами аутометаморфизма и метасоматоза, изменившими первичные компоненты плагиигранита, представляющего, как показано далее, последнюю стадию гранитизации древних покровных пород. Минеральные компоненты плагиигранита и его жильных образований были перекристаллизованы: плагиоклаз в микроклин, кварц в гранулит, биотит в мусковит. Участок зафотографированной канавы примерно вскрывает в меридиональном

направлении западную окраину веера рудных жил в промежутке между шахтами Красная и Октябрь.

Кора древнего выветривания широко развита в районе месторождения и достигает нескольких десятков метров, но особенно глубоко по простиранию табашковых и рудных жил, где она имеет линейный характер и фиксируется очень неравномерно до глубины от 30 до 80 м. На участках, где тектонические нарушения и жильные породы отсутствуют, гранитоид на выходах имеет скальную свежесть и выработывался для строительных целей. Привлек внимание замер уровня древней коры выветривания по Митрофановской рудной жиле: с одной стороны сместителя он достигает 24 м, а с другой 52 м, что фиксирует амплитуду вертикального смещения в 28 м, произошедшего после образования древней коры выветривания. Как установили подземные наблюдения, сместитель образовался в дорудную фазу, но был омоложен в послерудную, подобно многим другим по рудному полю и, в частности, сместителям СВ—ЮЗ и СЗ—ЮВ направлений на южной Ново-Троицкой части рудного поля.

2. Различные представления о происхождении Кочкарского гранитоида

Н. К. Высоцкий (1900 г.) на карте по Кочкарскому району не выделил двух разновидностей гранитов, в последующих же съемках геологов они резко разграничиваются на две полосы: западную микроклиновую и восточную плагиогранитовую, вмещающую золотооруденение (Г. Н. Шавкин, 1940 г.; И. И. Чупилин, 1943 г.; И. В. Ленных, 1949 г.; Н. И. Бородаевский, 1949 г.). Дальнейшее описание месторождения ведется на основе карты И. В. Ленных с дополнениями автора, но с позиции новой концепции о происхождении Кочкарского гранитоидного комплекса путем магматического замещения вмещающих пород, а не интрузивным (рис. 103).

Западный массив микроклинового гранита нами не изучался, так как на нем, кроме нескольких старых разведочных канав по пегматитовой жиле в вершине рч. Топкой и обнажений гранита с многочисленными пегматитовыми жилами в русле р. Каменки на окраине Борисовского поселка других пунктов для наблюдений не было. На карте же И. В. Ленных в центре массива показана группа сланцевых островков, вытянутых в меридиональном направлении, представляющих собой остатки ассимилированных магмой частей складок метаморфизованной толщи. Аналогичные по составу сланцы в виде узкой полосы разделяют оба гранитоидных массива и включают некрупные, согласно вытянутые по сланцеватости сателлиты плагиогранита, ассимилировавшего наиболее податливые боковые части складок древней толщи осадочных пород.

Западный массив отличается от восточного обилием в составе микроклина, а восточный обилием плагиоклаза при почти равном содержании кварца и биотита и присутствием мусковита, что видно из таблицы состава массивов.

Восточный массив		Западный массив	
Плагиоклаз	48%	Микроклин	45—50%
Кварц	22%	Кварц	20—30%
Микроклин	12%	Плагиоклаз	15—20%
Биотит	} 12%	Биотит	5—10%
Мусковит			
Хлорит			

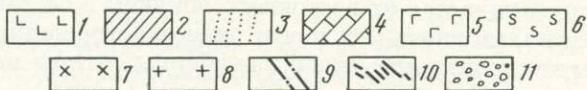
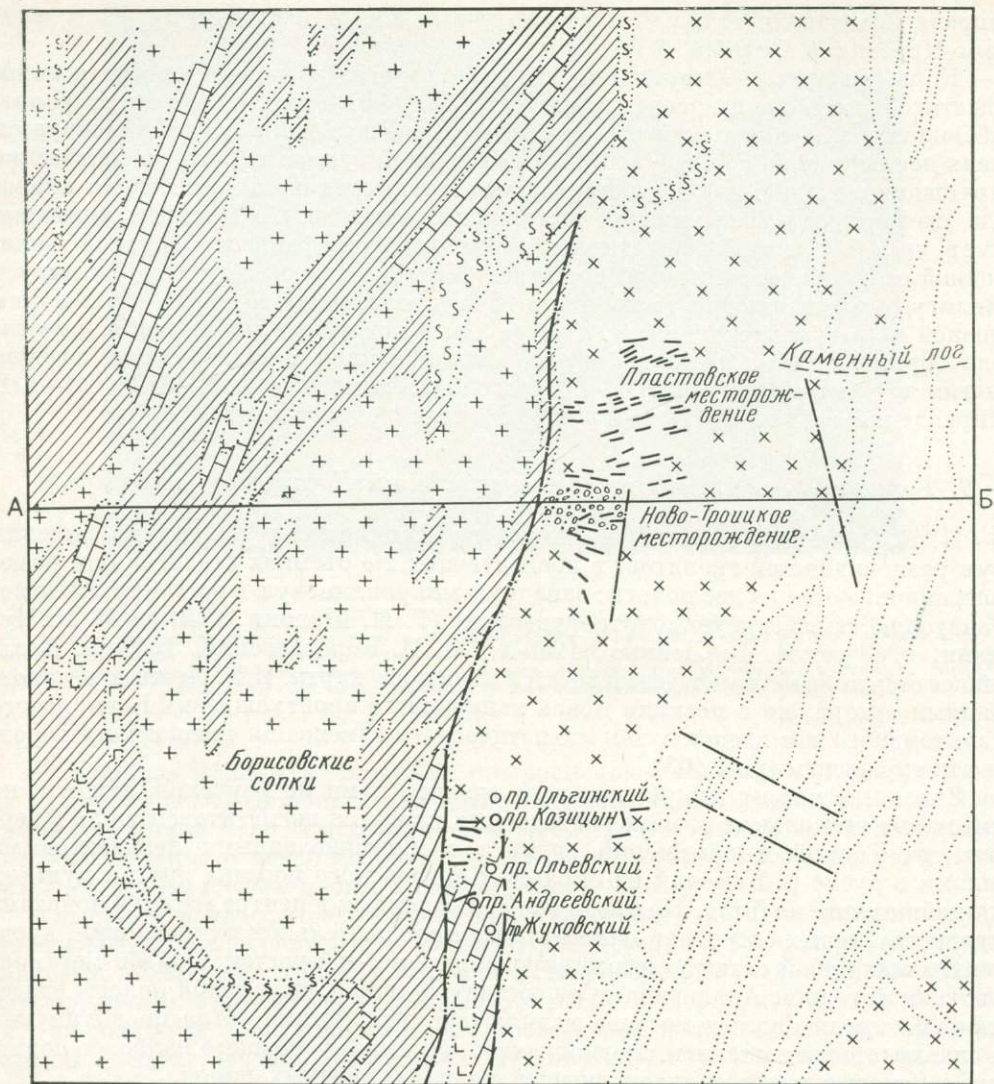


Рис. 103. Геологическая карта района Кочкарского золоторудного месторождения. По И. В. Ленных, 1942 г. с добавлениями автора.

1 — кварц-альбит-роговообманковые сланцы; 2 — слюдяные и кварц-хлорит-роговообманковые сланцы (метаморфизованные осадочные породы); 3 — эффузивные породы и туфы (андезит-порфириды и альбито-фиры, превращенные в хлоритовые порфиритоиды и серцитовые и кварцитовые сланцы S_1^2); 4 — известняки, мраморы и окремененные известняки S_1^2 ; 5 — габбро и габбро-амфиболиты; 6 — серпентиниты и тальк-карбонатные породы; 7 — гранитоиды рудного поля; 8 — микроклиновые граниты и гнейсограниты; 9 — древние тектонические разломы; 10 — рудные жили; 11 — участок гранитизированных покровных пород
 А—В — линия разреза (см. рис. 152); пр. — отводы (незаселенные прииски)

Такое соотношение двух разностей полевого шпата могло создаться в результате того, что гранитоидная магма первичного состава внедрялась в межформационную зону среди совершенно различных по кислотности и основности пород. Так, с западной стороны микроклинового массива находятся преимущественно сланцы: слюдяные, углисто-кварцитовые, кварц-хлорит-роговообманковые (метаморфизованные осадочные породы). На восточной стороне плагиогранитового массива породы палеотипной эффузивно-туфовой толщи (андезит-порфиры, порфиры, альбитофиры, см. рис. 103). Вполне естественно, что в процессе ассимиляции (контаминации и гибридации) гранитизируемых пород магма получила различный локальный состав — плагиогранитовый и микроклиновый, притом переходный на границе их взаимодействия. Это вполне вероятно, если принять во внимание процесс микроклинизации, полностью преобразовавший Западный массив, но частично захвативший и западную часть Восточного массива. Подобный процесс в литературе описан (Г. Д. Афанасьев, 1949 г.) и доказывается как метасоматическое преобразование гранитоидов, ведущее к замещению плагиоклаза микроклином (П. В. Еремеев, 1959 г.). Вероятно, этот процесс проявлялся и в ближайшем окружении Кочкарского гранитного массива, а также более широко по всему Уралу, где общеизвестны совместные залегания гранитоидов, по составу подбных кочкарским.

Внешне плагиогранит представляет собой мелкозернистую, часто порфировидную с такситовой текстурой породу, а под микроскопом с гипидиоморфнозернистой структурой. Вообще в шлифах, взятых из многих точек на разной глубине, текстура и минеральный состав плагиогранита сильно варьируют, что по существу позволяет применить к нему название гранитоид.

Несмотря на сходство в составе, микроклиновый массив считается геологами самостоятельной интрузией, а не общей с плагиогранитовым массивом, как это принимал Н. К. Высоцкий. Микроклиновому граниту приписывается более молодой возраст на том основании, что в районе Челябинска в нем находили ксенолиты плагиогранита и апсфизы его в плагиограните (Куплетский, 1947 г.).

Подобные явления могут получить и другое объяснение, если исходить из вновь выдвинутой и наиболее правдоподобной концепции о происхождении кочкарского комплекса гранитоидов путем гранитизации континентальных пород различного состава. В течение длительного срока мобилизации магмы, когда уже остывшая верхняя часть ее под действием тектонических спазм дробилась и глыбы погружались в неостывшую еще часть магмы, последняя могла проникать в образующиеся трещины уже остывших блоков. Это тем более вероятно в случаях, когда магматический расплав, внедряясь в сложную по составу покровную складчатую зону, не только не сплошь гранитизирует породы в зависимости от степени смятия их, но и затвердевает отдельными участками, сохраняя следы строения и состава их, как в этом можно убедиться на Ново-Троицкой площади рудного поля.

Среди доводов за отнесение обоих гранитоидных массивов к общему нераздельному процессу гранитизации различных по составу вмещающих пород необходимо подчеркнуть следующие:

1. Присутствие в обоих массивах микроклина и особенно повышенное в западной окраине плагиогранитового массива в близком соседстве с микроклиновым, а также в некоторых образцах буровых кернов и в подземных выработках Покровской жилы на рудной площади.

2. Присутствие в южной оконечности плагиигранитового массива на Андреево-Юльевском участке чисто микроклиновой дайки, секущей покровный известняк и идущей от подстилающего его плагиигранита, что дает основание предполагать на глубине присутствие микроклиновой зоны.

3. Предыдущее подтверждают и пружилки микроклинового гранита, секущие гранитизированные покровные породы в Новой Трифоновской шахте Ново-Троицкой рудной площади.

4. Общие для обоих массивов признаки минерализации: присутствие в пегматитовых жилах высокотемпературных минералов — мориона, розовых топазов и др.

5. Присутствие в верховьях рч. Теплой в южном конце микроклинового массива коренного свинцово-цинкового оруденения, аналогичного Андреево-Юльевскому на площади плагиигранита.

6. Наличие в обоих массивах пегматитовых жил и даек различного состава. Что касается отсутствия золотооруденения в микроклиновом массиве, то этот факт следует объяснить тем, что эрозией вскрыта глубокая незолотоносная зона его, поднятая вверх благодаря промежуточному сместителю и находящаяся несколько западнее от основных рудопроводящих каналов, обусловивших образование рудного поля в плагииграните.

Наконец, имеют существенное значение в данном вопросе возражения против повторной микроклиновой интрузии, под влиянием которой допускается образование табашек, сопутствующих рудным жилам в процессе метаморфизма под воздействием эманаций западной микроклиновой интрузии. Дело в том, что в таком случае процесс метаморфизма не мог бы распространяться на восток, встретив на пути значительную, не менее 0,5 км по мощности крутопадающую сланцевую полосу между двумя интрузиями (см. рис. 103). В лучшем случае процесс метаморфизма в продвижении на восток должен был постепенно затухать. В действительности же на всем рудном поле от западного до восточного края, на протяжении 4,5 км, табашки, сопровождающие рудные жилы, выраженные в виде веера, раскрытого на восток, проявляются в нем совершенно одинаково по простираанию и по падению жил, независимо от мощности их (от сантиметров до нескольких метров). Представляется более логичным объяснить распространение метаморфизирующих эманаций снизу вверх из микроклиновой зоны, как глубокой фации единой, а не двукратной мобилизации гранитоидов.

Позиция, занятая автором в отношении происхождения двух разновидностей кочкарских гранитоидов, подкрепляется не только проведенными наблюдениями, но и исследованиями многих геологов в других петрографических провинциях СССР. Результаты химико-аналитических и микроскопических исследований по данному вопросу кратко можно выразить следующими положениями.

1. В глубоких зонах интрузивных гранитоидов наблюдаются микроклиновые зоны, постепенно переходящие в диориты, в гранитоиды и в типичные гйбренные породы (П. В. Еремеев, 1959 г.).

2. В центральных частях массивов, сложенных крупномикроклиновыми равномерно зернистыми породами, наблюдались постепенные переходы в гранитоиды и кварцевые диориты. Под микроскопом наблюдалась резорбция и замещение микроклином зерен плагноклаза в отдельных участках породы. В участках явного катаклаза микроклин и кварц представлены свежими мине-

ралами, а плагиоклаз и биотит минералами сильно измененными. Совершенно исключается разрыв во времени между процессами кристаллизации гранодиоритовых массивов и процессами последующей микроклинизации. Явления микроклинизации имеют, вероятно, более широкое распространение и могут обнаружиться в других массивах гранодиоритовых интрузий батолитового типа (Г. Д. Афанасьев, 1949 г.).

3. Более 30 лет назад Д. С. Белянкиным было установлено, что вкрапления микроклина являются позднейшими по отношению к плагиоклазу и что развитие их происходило метасоматическим путем в породах гранодиоритовой фазы, уже после консолидации интрузива (Г. Д. Афанасьев, 1949 г.).

3. Условия формирования плагиогранитового массива

Восточный рудовмещающий гранитоидный массив имеет протяженность в меридиональном направлении около 53 км, северный конец его тупой, южный — выклинивающийся. Ширина массива по параллели рудничного поселка Ново-Троицка определяется в 9—10 км. Западный микроклиночный массив отделяется от него узкой полосой метаморфизованных древних осадочных пород (сланцы и серицитовые сланцы) и имеет ту же ширину, а длину в меридиональном направлении 30 км, ограничиваясь на севере рч. Кабанкой, а на юге рч. Теплой. И тот и другой массивы на севере включают узкие полосы серпентинитов, а на южном конце плагиогранитовый массив перекрывается с западной стороны полосой известняков S_2^1 (см. рис. 103).

По форме плагиогранитовый массив может считаться дискордантным батолитом, приуроченным к серии древних разломов континента более глубокого заложения, чем складчатый этаж, служащий основанием массива.

Наличие и движение древних разломов доказывалось резкой сменой фаций подвижной зоны палеозойских отложений: осадочных пород — слюдяных и серицитовых сланцев с западной стороны и эффузивных пород с восточной стороны плагиогранитового массива.

Складкообразование развивалось в блоковом поднятии континента в зоне разломов под воздействием широтного орогенеза Урала. И. В. Ленных (1942 г.) приписывал складчатости куполообразную форму, назвав ее антиклинорием. По наблюдениям же автора она представляется широкой сложной брахиантиклиналью, состоящей из брахискладок, местами с периклинальным замыканием или смятых в плейчатые складки, осложненные поперечными смещениями и надвигами. Все эти явления наблюдались на следующих участках

1. В каменных старых карьерах плагиогранит разбит полого изогнутыми трещинами отдельности. Такое строение плагиогранита наблюдалось в нескольких карьерах при отсутствии каких-либо рудных трещин (рис. 104 и 105)

2. В разведочной канаве по правую сторону Антипина лога плагиогранит полого залегающий, у поверхности сильно разлистован (рис. 106).

3. На участке Покровской жилы (Английской), на западной окраине веера рудных жил плагиогранит, полого рассланцованный, рассечен темно-зеленой актинолитовой дайкой (рис. 107).

4. В водопроводной канаве в полого рассланцованном гранитоиде на глубине 1,5 м вскрыт ксенолит древних покровных пород плейчатого строения сильно метаморфизованной зеленокаменной породы (рис. 108).

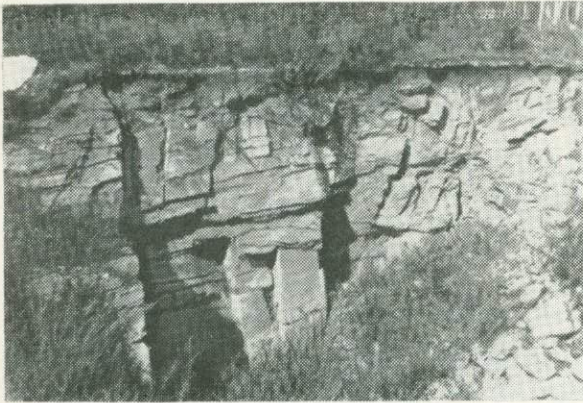


Рис. 104. Полого изогнутые трещины отдельности плагногранита в одном из каменных карьеров. Кочкарское рудное поле

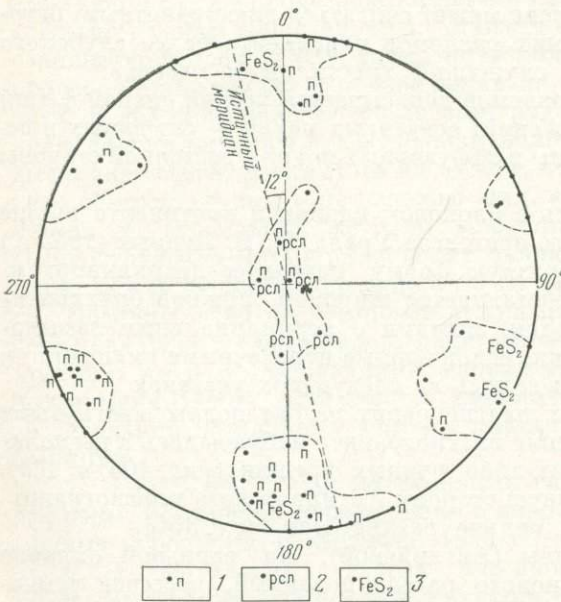


Рис. 105. Диаграмма трещин отдельности плагногранита в одном из каменных карьеров. Кочкарское рудное поле. 1 — система сближенных параллельных трещин; 2 — трещины с расщеплением; 3 — трещины с пиритом

5. В южной части рудного поля на Ново-Троицкой мышьяконосной площади в шурфах между шахтами Трифоновской и Партизан вскрыты сложные деформированные, частью площадчатого строения, слои мигматизированных и гранитизированных покровных пород (см. рис. 118—122).

6. На площади Андреево-Юльевского прииска в 18 км южнее Кочкарского рудного поля полоса известняка, прикрывающая плагногранит, представлена синклиналью (по Н. К. Высоцкому, 1900). Однако она осложнена многочисленными брахискладками меридионального простирания.

Приведенные факты показывают, что локальному формированию гранитоидного массива способствовала ослабленная складчатая зона, к тому же осложненная, как будет показано ниже, тектоническими разломами различного направления и возраста. Гранитизирующие магматические растворы при своем поднятии могли замещать и поглощать складчатые вмещающие породы, особенно сильно смятые флексурные части мелких складок, образуя весьма неровный абрис апикальной части гранитоида, что особенно сильно проявилось в его центральной части, если учитывать наличие в ней концентрации дайковых и рудоносных разломов, унаследовавших, несомненно, элементы прототектоники. В северной части мобилизации гранитоида проходила энергичнее, на что указывает линейное и выдержанное расположение в северо-восточном направлении

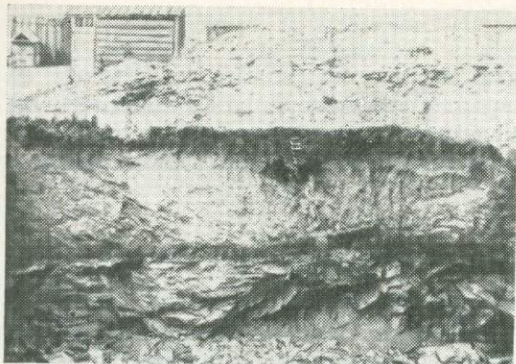


Рис. 106. Гранитоид, полого залегающий у поверхности, сильно разлистован, прикрыт дресвой и растительным слоем. Канавка в центре рудного поля;



Рис. 107. Плагногранит полого рассланцованный с падением на юг, рассечен темно-зеленой дайкой (актинолитовой), параллельной Покровской жиле (Английской), расположенной в западной начальной части вверха Кочкарских рудных жил

нии чешуек биотита с крутым падением на юго-восток, и очевидно, при отсутствии тектонических проявлений, так как рудных трещин здесь нет. Исходя из этого, можно представить, что антиклинорий, срезанный эрозией, имел по оси сложный остроколенчатый меридиональный профиль. До северной границы рудного поля он шел, имея нормальное строение, и резко осложнился в центральной части, где под воздействием широтного сжатия был разбит системой сбlijженных поперечных разломов, послуживших последовательно вместилищем даек и рудных жил. Южнее, в промежуточной почти безрудной полосе между северной и южной частями рудного поля, он резко снизился, на что указывает наличие здесь серий пологих куполовидных трещин отдельности в скальном граните, служащих явным признаком отсутствия рудных трещин. Далее к югу, на Ново-Троицкой рудной площади, антиклинарий, вероятно, представлял собой невысокие мелкие сильно деформированные брахискладки с периклинальными замыканиями, на что указывает строение мигматизированных и гранитизированных остатков покровных древних пород, о чем будет подробно рассказано ниже.

Как следует из изложенного, эрозия, по-видимому, срезала очень неглубоко и неравномерно апикальную часть гранитоида и верхи руд-

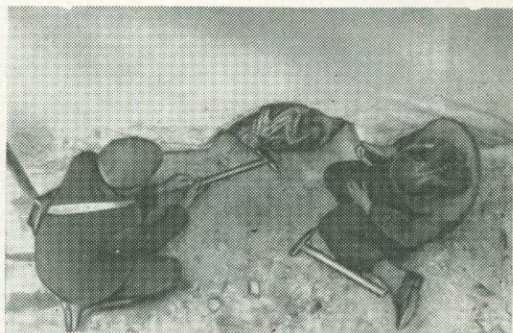


Рис. 108. Ксенолит покровных пород пloyчатого сложения, сильно метаморфизованный, зеленокаменного облика. Обнаружен в полого рассланцованном граните на глубине 1,5 м в водопроводной канаве

ных жил, особенно в южной части мышьяконосной площади. В связи с этим уместно привести соображения геоморфологов Урала, устанавливающих, что по их определениям количества золота, снесенного из коренных месторождений в россыпи за период с пермо-карбона до четвертичного периода, когда россыпи полностью уже сформировались, величина эрозионного среза по Кочкарскому району находится в пределах 20—50 м (А. И. Александров, А. П. Сигов, 1966 г.).

4. Внутреннее строение рудоносного плагιοгранитового массива

Как уже указывалось, Кочкарский гранитоидный комплекс остывал в отдельных участках неодновременно вследствие неоднородности в составе и строении древних покровных пород, превращавшихся процессом гранитизации в магматический расплав, что порождало различие в составе и текстуре формировавшегося плагιοгранитового массива. Под воздействием же неравномерно распределявшихся напряжений при широтном сжатии потоки выжимавшегося вверх остывавшего магматогенного расплава получали линейно-плоскостную ориентацию с образованием обособленных полос и линз, включающих образованные вновь путем автотематоморфизма минеральные компоненты: гранулированный кварц, микроклинизированный плагиоклаз и мусковитизированный биотит. Все эти явления очень редко можно было наблюдать в трудных условиях подземной документации, но очень явно были отражены в водопроводной канаве и в разведочных канавах на Ново-Троицкой рудной площади.

Наступившее охлаждение плагιοгранитового массива вызвало появление наиболее ранних трещин отдельности, как известно, обычных для остывающих гранитоидных массивов. Вскоре под воздействием возникшего широтного сжатия, неравномерно распространявшегося, на отдельных участках обособились трещины кливажа, которые ошибочно могли приниматься за трещины отдельности.

Трещины отдельности. Исключительно редкая и сложная ситуация веерообразно расположенных золоторудных жил возникла в результате двух последовательно проявившихся факторов прототектоники. Первый из них — указанная выше сложность брахиантиклинали древних покровных пород, путем гранитизации превращенных в гранитоид, второй — внутренний неоднородный состав в период затвердевания его, в частности, пространственная ориентация трещин отдельности. Замерам последних было уделено особое внимание, тем более что это облегчалось наличием огромного количества кварцпластовых проходов вкрест простирания жильных трещин, в основном рудоносных.

Замеров трещин отдельности по участкам главных рудных жил было сделано более тысячи, причем наносились они на сетки Вульфа по азимутам, которые отсчитываются компасом от 0 до 360° при положении линии падения справа от наблюдателя, находящегося в центре, лицом в направлении линии простирания. Все замеры производились, следуя от северной окраины рудного поля до южной границы его, и показаны группами в пределах близких азимутов, причем совместно с элементами залегания рудных жил, заложение и ориентация которых в значительной мере зависели от трещин отдельности.

Багинская жила — одна из группы жил северного края рудножилыного веера северо-восточного простирания (60° \angle 60°), имеет падение под углом 60°

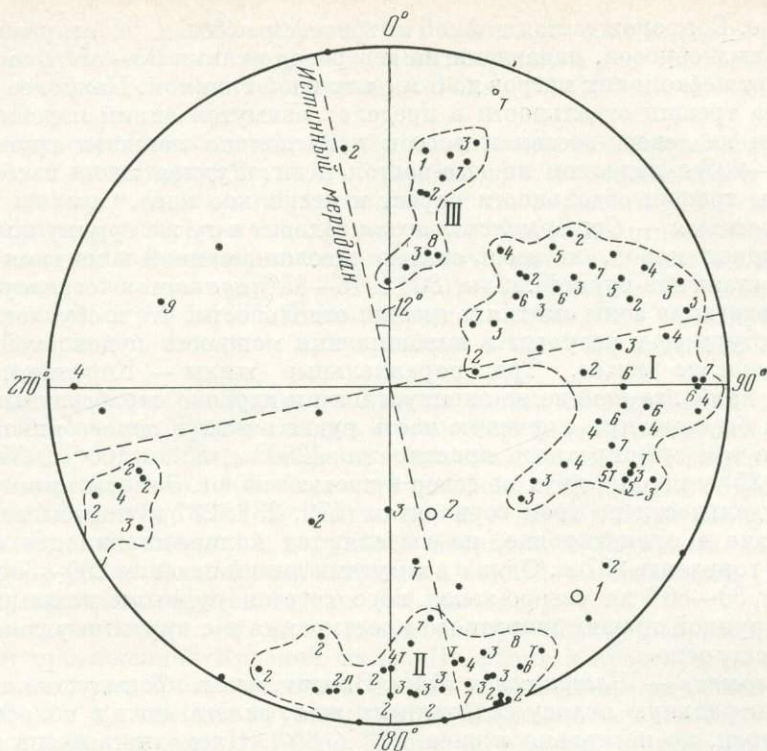


Рис. 109. Диаграмма элементов тектоники плагиигранита на горизонте 260 м Покровской жилы. Кочкарское золоторудное месторождение.

I, II, III — группы трещин отдельности плагиигранита, цифры у значков показывают повторность трещин; 1 — восточный фланг жилы; 2 — западный фланг жилы

на юго-восток и идет согласно с простиранием трещин отдельности, падающих на северо-запад примерно под тем же углом.

Покровская жила — мощная и наиболее продуктивная, простирание ее ВСВ, протяженность около 1 км в северной части рудного поля, северным концом она несколько выходит из веера рудных жил. Простирания довольно резко изменяются — от $70-80^\circ$ в западном конце до $45-50^\circ$ в восточном, но имеют плавное изменение падения от более пологого в 45° до кругого в 80° . Многочисленны трещины отдельных двух крупных групп: 1) субмеридионального простирания с падением в среднем на восток под углами $50-85^\circ$; 2) широтного простирания с падением на юг под углами $75-90^\circ$. Жила сетчат несколько косо и ту и другую систему трещин. Большинство трещин обеих групп повторяют одну и ту же ориентировку, а некоторые из них проходят в полосе табашковидной породы и имеют жильную глинку (рис. 109).

Висококая жила. Входит в сгущенную свиту рудных жил в широкой полосе табашковидных пород на участке старых шахт глубиной (176 м), а также шахт 117 и Победа глубиной 95 и 176 м, расположенных южнее юго-западного конца Покровской жилы. Западный конец ее имеет простирание 112° с падением в $80-85^\circ$ на юг, восточный — широтное простирание, но падение меняется

на северное. Сопровождается дайкой альбитофира ($80^\circ \angle 90^\circ$) и разбита серией параллельных сбросов, падающих на север под углами $35-45^\circ$ с амплитудами смещений от нескольких метров до 6 м с жильной глиной. Наиболее значительная группа трещин отдельности в пределах азимутов линий падения $20-110^\circ$ с падением на северо-восток и восток и несколько меньшая группа трещин ($60^\circ \angle 50-90^\circ$) с падением на юго-восток и юг. Рудная жила и сбросы секут обе группы трещин отдельности вкрест и несколько косо.

Николаевская — Суторминская жила. Входит в ту же группу жил в полосе табашковидных пород, но здесь сильно рассланцованной и местами стгофрированной. Положение рудной жилы ($80^\circ \angle 76-85^\circ$) полностью согласуется с элементами залегания зоны смятия и трещин отдельности, что и обусловило полосчатую текстуру ее в результате наращивания мощности рудоносной трещины.

Шаглеинские жилы. Три параллельные жилы — Коренная, Северная и Южная, наиболее ранние по эксплуатации и глубоко отработанные, представляют как бы западную корневую часть рудных жил в полосе табашковидных пород. Все три субширотного простирания ($260^\circ \angle 85^\circ$ и $100^\circ \angle 85^\circ$) с углом падения в 85° у первых двух на север и третьей на юг. Замеры многочисленных трещин отдельности по трем горизонтам (179, 237, 287 м) показывают большое разнообразие в ориентировке, но выделяются количественно две группы на последнем горизонте 287 м. Одна с азимутами линий падения $290-350^\circ$ с углами падения в $30-80^\circ$ на северо-запад косо сечется рудными жилами, которые с другой группой трещин широтного простирания и с крутыми углами падения залегают согласно.

Баталовская — Бажуковская жила. Входит, как и предыдущие, в такую же вторую центральную полосу сближенных жил, залегающих в полосе табашковидных пород, но несколько южнее ($87^\circ \angle 80^\circ$). Проходит в очень сгущенной группе трещин отдельности согласно с простиранием их, но обратно падающих на северо-запад в пределах азимутов линий падения $270-360^\circ$ и согласно с простиранием и падением другой группы трещин с азимутами линий падения в пределах $80-200^\circ$. Большинство трещин отдельности в группах повторяет странственную ориентировку.

Александровская жила. Входит в ту же центральную полосу сближенных рудных жил северо-восточного простирания и представляет собой восточное продолжение Бажуковских жил. Западная часть жилы ($90^\circ \angle 85^\circ$) имеет падение на юг, тогда как восточная ($270^\circ \angle 85^\circ$) на север. Жила идет вкрест простирания группы трещин отдельности субмеридионального простирания с падением на северо-восток и восток под углами $50-90^\circ$. С группой трещин отдельности широтного простирания с падением 85° согласно залегают восточное крыло жилы, чем и объясняется изменение ее падения с южного на северное.

Баталовская жила. Крайняя юго-западная той же полосы жилы, что и две предыдущие ($65^\circ \angle 76^\circ$). Одну группу трещин отдельности с азимутами линий падения преимущественно в пределах $340-90^\circ$ с углами падения от 60 до 85° жила сечет вкрест и с другой группой трещин имеет согласно широтное простирание с падением на юг. Замерено несколько трещин почти горизонтальных в полосчатой текстуре гнейсовидной породы, что дает основание считать их реликтами гранитизированных покровных пород.

Покровская жила (Английская) имеет широтное простирание в начале второй сгущенной полосы, заканчивающейся на востоке группой Лукошковых

жил. Отработана в давние времена и поэтому наблюдения ограничиваются поверхностным осмотром. Плагногранит на выходе сложен смятыми пологими слоями с падением около $10-15^\circ$ на юго-запад (см. рис. 107).

Архангельская, Васильевская, Васильевская южная, Воскресенская жилы. Входят в состав предыдущей сгущенной полосы жил. Эти жилы сбиты кваршлагом между шахтами Красной и Октябрьской на горизонте 145—155 м. Все жилы широтного простирания с падением на юг. Трещины отдельности распределяются по всем квадрантам, но самая многочисленная группа их находится в пределах азимутов линий падения $270^\circ-20^\circ$, т. е. с падением на запад и северо-восток под углами от 40 до 90° . Жилы, примерно совпадая с простиранием их, падают обратно на юг. Замерены три трещины с пологим падением в $15-30^\circ$ на северо-запад.

Лукошковская жила. Находится в 2 км на восток от предыдущих, в разреженной конечной части рудного веера, но все еще в сопровождении табашек. При широтном простирании на всем протяжении она, как исключение, имеет падение на север под углом 60° и залегает согласно с трещинами отдельности, падение которых на север и юг несколько круче — до 85° . Жила интересна тем, что имеет несколько смещений дорудного возраста, с которыми она сопрягается в виде рудных загибов, зарисованных еще Н. К. Высоцким (1900), но без указания причины образования их (см. рис. 139).

Рождественская жила. Входит в самую южную полосу разреженных жил и севернее от протяженной Красной жилы. На флангах простирание ее значительно изменяется: от 72° на восточном на 110° в западном при общем падении под углом $60-73^\circ$ на юг. Две группы трещин отдельности: одна ЮЗ—СВ простирания с углами падения от 40 до 90° на юго-восток сечется жилой косо и другая широтного простирания с южным падением от 40 до 70° сечется жилой согласно с простиранием и падением.

Красная жила. Самая протяженная в веере рудных жил южной части рудного поля, на горизонте 145 м сбита кваршлагом от шахты Красной до Октябрьской. Имея почти вертикальное падение ($262^\circ \angle 87^\circ$), она протягивается в северо-восточном направлении на расстояние более 1,2 км, залегая в широкой зоне рассланцованных «табашковидных» метасоматитов. Замеры трещин отдельности сделаны только в кваршлагге длиной 42,5 м на горизонте 75,6 м близ шахты. Они немногочисленны и составляют три группы: первая, в которой согласно проходит жила с азимутами линий падения $298-350^\circ$ под углами падения $65-80^\circ$ на северо-запад. Вторая группа с северо-западным простиранием и падением на северо-восток и восток под углами $40-80^\circ$ сечется жилой вкрест. Третья группа с простиранием юго-восток и падением $40-80^\circ$ на юго-запад сечется жилой диагонально.

Далее к югу начинается полоса редких разрозненных непромышленных рудных жил, отделяющая южную часть рудного поля — Ново-Троицкую площадь — и отличающаяся скальными выходами плагногранита, который добывался отдельными карьерами для строительных целей. В карьерах отчетливо видны пологие трещины отдельности с рассланцовкой (см. рис. 104 и 105), а на стенках крутых трещин сыпь кубиков пирита. Скальный выход плагногранита в виде широтной полосы с пологопадающими трещинами отдельности находится также в каменных карьерах в 0,5 км от восточного конца Зеленой

жилы Ново-Троицкой площади. Общее для обеих скальных полос — отсутствие рудных жил.

Сделанные замеры трещин отдельности в околожилных зонах наиболее продуктивных рудных жил позволяют суммировать некоторые особенности пространственного расположения их. В северной части гранитоида до северной окраины рудного поля из-за отсутствия каких-либо подземных выработок они могли наблюдаться только в нескольких поверхностных выработках. В них трещины отдельности двух систем выдерживаются в направлениях: северо-восточное с крутым падением на юго-восток и северо-западное с крутым падением на северо-восток.

При переходе на площадь рудного поля ситуация трещин отдельности постепенно осложняется. В зоне самой северной группы жил Багинской и других, параллельных ей, трещины отдельности еще выдерживают прежнее северо-восточное простирание с падением на юго-восток и жилы залегают согласно с их простиранием. Но уже через 0,5 км южнее в зоне крупной краевой Покровской жилы, очевидно, под воздействием резко усилившегося широтного давления на еще не остывшую и сильно деформированную массу гранитоида, количество трещин увеличилось и резко проявились две системы: субмеридиональные под углом в $50-85^\circ$ с падением на восток и широтные под углом падения на юг в $75-90^\circ$, а вслед за этим усилилась и трещинная тектоника — заложился главный меридиональный сместитель. Покровская рудная трещина пересекает и ту и другую систему трещин, подвижки же продолжались по сместителю и лежащему боку рудной жилы с образованием жильной глинки.

Далее к югу в зоне сгущенной сети крупных жил (Александровская, Шаглеинские, Високосная, Николаевская, Суторминская и др.) под влиянием того же динамического фактора количество трещин различного направления увеличивается: появляются кливажные трещины. Плагιοгранит подвергается смятию, облегчившему в последующем образование широкой полосы метасоматитов-табашек; появляются разломы с дайками, сопровождаемые крупными рудными жилами, притом с неоднократным раскрытием и отложением минерализации различных стадий (см. рис. 113).

Южнее, примерно через 300 м, в зоне второй полосы сгущенных жил (Баталовской, Бажуковской, Архангельской, Васильевских, Воскресенской и др.) снова происходит увеличение количества и направлений трещин отдельности и трещин кливажа по всем квадрантам. Самые многочисленные из них — с простиранием линий падения $270-20^\circ$, т. е. на запад и северо-восток под углами от 40 до 90° . Жилы, примерно совпадающие с простиранием их, падают обратно на юг. Замерены три трещины с пологим падением в $15-30^\circ$ на северо-запад. В южном конце этой серии жил находится Покровская жила (Английская), на участке которой преобладают пологопадающие трещины отдельности (см. рис. 107). В северном конце этой же полосы рудных жил на расстоянии около 2 км находится Лукошкова жила, имеющая широтное простирание при необычном падении на север, согласно с простиранием трещин отдельности.

Почти соприкасаясь с предыдущей полосой сгущенных рудных жил, южнее расположена серия разрозненных жил, среди которых наиболее крупная Рождественская ($60^\circ \angle 73^\circ$). В зоне ее расположения отмечается значительное сокращение густоты трещин отдельности двух направлений. В одной группе трещин широтного простирания с падением (от 40 до 70°) на юг жила залегают

согласно, другую же группу с углами падения от 40 до 90° на северо-запад жила сечет диагонально. На флангах простираение жилы значительно отличается — на восточном оно 70°, на западном 110°.

Краевой южный участок рудного поля, в котором залегает Красная жила (262° \angle 85—90°), по своему строению на всем протяжении в 1,2 км резко отличается от предыдущих. Малочисленность замеренных трещин отдельности следует объяснить положением жилы в широкой рассланцованной полосе табашковидных метасоматитов, расщепленной разломом двухкратного раскрытия, заполненного двумя дайками, контрастно отличающимися по цвету и составу (см. рис. 112). Такая структурная сложность краевой части рудного поля по существу является южной границей продуктивного рудного поля, так как южнее начинается полоса с редкими маломощными не имевшими промышленного значения жилами.

Это южное ограничение рудного поля разломом Красной жилы аналогично северному разлому Покровской жилы, почти равному по протяженности. Они выделяют из массива плагногранита часть размером около 2,5 км в северном направлении и 4 км в широтном, наиболее тектонически ослабленную, структурная ситуация которой была подготовлена в некоторой последовательности в период становления гранитоидного массива.

Остывание магматического расплава, распространявшегося вверх, происходило в полосах течения неоднородного состава вследствие неравномерного поглощения отдельных участков покровных пород, что вызвало появление трещин, варьирующих по количеству и в пространственной ориентировке особенно если оно сопровождалось еще и неравномерным распределением сил сжатия. В последнем случае дополнительно появлялись расщепленные группы трещин кливажа.

Одновременно вся толща рудной площади, испытывая усилившееся сжатие, приобретала унаследованное вертикальное слоисто-плоскостное строение, которое путем раннего метаморфизма и метасоматоза послойно превращалось в разновидность метасоматитов табашковидного облика.

Переменяющиеся узкие и широкие полосы таких метасоматитов наблюдаются всюду по рудному полю. Естественно, что они, получив полосчатую текстуру, различаются по составу и даже структуре, поскольку их первичная порода является последней стадией гранитизации древних покровных пород неоднородного состава.

После полного затвердения гранитоидного расплава под влиянием того же динамического фактора появились ориентированные зоны смятия и расланцевания, что в общем предопределило появление согласно залегающих дайковых разломов и рудоносных трещин и, конечно, перемежаемость и глубину заложения последних.

Однако основной причиной локального формирования трещинной тектоники месторождения были отчасти уже упоминавшиеся древние тектонические разломы континента, отразившиеся в порядке унаследования и внутри плагногранитового рудоносного массива.

Тектонические разломы и возраст их. Общим для обеих разновидностей гранитоидного поля является наличие в них пегматитовых жил и даек различного состава, но особое значение имеют тектонические разломы, которые имелась возможность наблюдать только на площади рудо



Рис. 110. Доинтрузивный сместитель ($292^\circ \angle 82^\circ$) севернее пос. Кособродского в восточной экзоконтактной зоне древних эффузивно-туфовых пород, вмещающих Кочкарский рудоносный гранитоид (см. геологическую карту, рис. 103)

являясь в карьере свинцово-цинкового месторождения (см. рис. 153, 154) и несколько севернее в известняке (см. рис. 155), явно определяя смещение.

В районе р. Каменки параллельно этому разлому и восточнее его в контакте плагиигранита с известняком проходит другой разлом в виде протяженной тектонически смятой зоны, вмещающей месторождение розовых топазов, описанное С. С. Смирновым (1925 г.) и автором (1949, 1962 гг.) (см. рис. 159).

К востоку от этих разломов по левой стороне рч. Осейки в древней эффузивной толще на геологической карте показаны два доинтрузивных тектонических шва с явным смещением. По компасному замеру один из них имеет простирание 292° под углом 82° на восток, причем смещение западной стороны фиксируется вниз (рис. 110).

В той же эффузивной толще севернее отмечается еще один разлом в верховье Черной речки на участке Каменного лога. Этот вертикальный разлом был отмечен на геологической карте еще Н. К. Высоцким с серией маломощных кварц-золотоносных жил, срезаемых в плагииграните, но не был определен как сместитель. Он был вскрыт нами и прослежен входящим в эффузивную толщу, что определяет его доинтрузивный возраст, унаследованный в северном конце плагиигранитом в дорудную фазу в результате подвижки по нему восточного крыла на север, что доказывается направлением золото-кварцевых жил перистого типа (рис. 111).

Особое внимание привлекли наблюдавшиеся в подземных выработках внутренние тектонические разломы, рассекающие в меридиональном направлении плагиигранитовый массив. На них своевременно не было обращено должного внимания, но в настоящем очерке они заслуживают упоминания. Как показали наши последние наблюдения, они являются производными, унаследовавшими направления древних разломов вмещающего антиклинория, и вследствие этого первопричиной сложного тектогенеза рудных площадей.

Пластовская рудная площадь размером около 2 км в меридиональном направлении и по простиранию рудных жил до 4 км находится в промежутке

вмещающего плагиигранитового массива и в его восточной экзоконтактной зоне (см. рис. 103).

Наиболее протяженным представляется промежуточный тектонический шов, проходящий в сланцевой полосе, разделяющей оба массива. Он находится ближе к восточному массиву и был вскрыт поверхностной расщепкой к логу, а севернее он проходит через точку слияния рч. Кочкарки с рч. Кабанкой. Южнее он пересекает в районе Андреево-Юльевских приисков р. Каменку, отчетливо про-

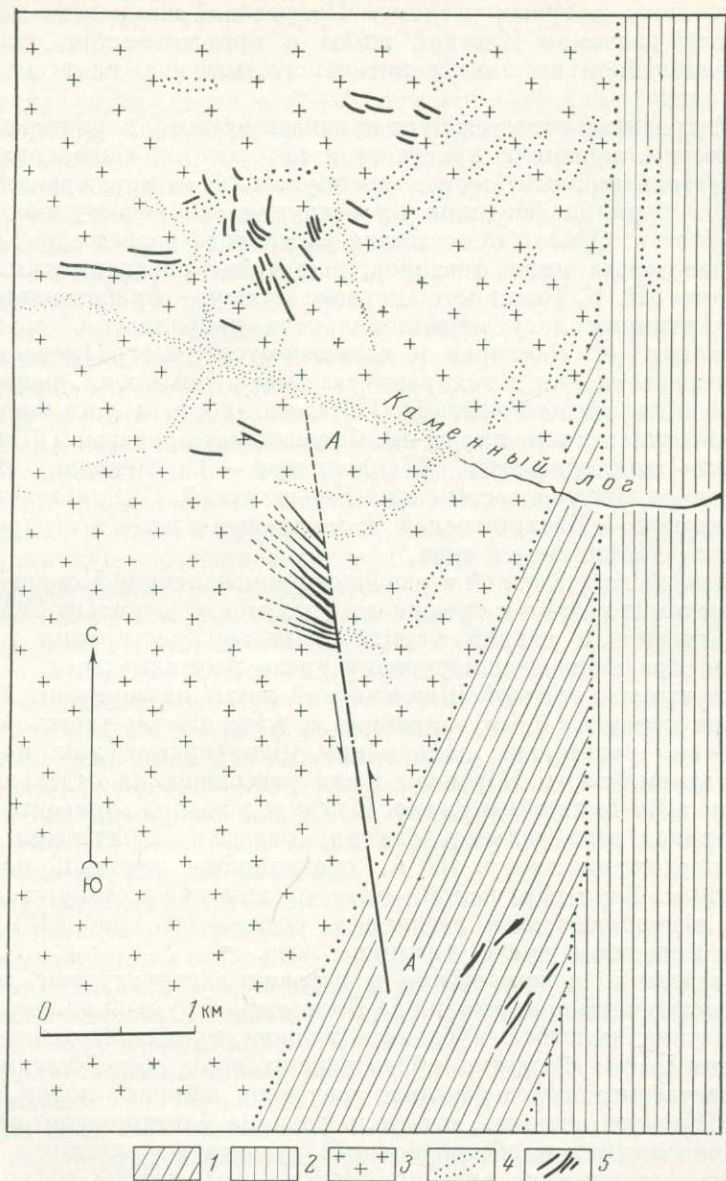


Рис. 111. Региональный разлом (А—А) в восточной экзоконтактной зоне, унаследованный гранитом.

1 — зеленые сланцы; 2 — то же (фельзиты и кварцевые порфиры); 3 — гранит; 4 — островки толщи порфирового сложения; 5 — кварцевые золотоносные жилы и россыщи в верховье Каменного лога. Геология по Н. К. Высоцкому, разлом по А. П. Смолину

между протяженным северным разломом Покровской жилы и не менее протяженным южным разломом Красной жилы и представляется наиболее тектонически ослабленной частью гранитоидного массива на всем его протяжении.

Основной причиной этого следует признать древний меридиональный разлом антиклинория, признаки присутствия которого, к сожалению, не были учтены в доревольционный период эксплуатации месторождения, а после расконсервации рудника фиксация их затруднялась недоступностью старых шахтных выработок. Однако присутствие указанного разлома представляется, исходя из приводимых ниже факторов, достаточно обоснованным.

1. На карте Н. К. Высоцкого показан контур отработанной глубокой россыпи по Антипину логу меридионального направления, совпадающему с правым истоком рч. Кочкарки и являющемуся топографическим отражением древнего разлома, что доказывают разрывы рудных жил, повторяющиеся по линии лога в южном направлении. Пересекая россыпь лога поперек в контурах ее, рудные жилы в зоне шахты им. Фрунзе имеют перерывы (Табынская — Татарская) или выклиниваются (Шаклеинские — Стретенская, Ильивская). То же наблюдается южнее в системе жил Бажуковской, Цыпляевской, Баталовской, Васильевской — Воскресенской, а также еще южнее в центре простираения Красной и Панфиловской жил.

2. Западный конец северной и наиболее промышленной Покровской жилы, находясь в смятом и разбитом трещинами гранитоиде (горизонт 263 м), прерывается микрогранитной дайкой меридионального простираения и, наконец, выклинивается при подходе к меридиану русла Антипина лога.

3. Южное крыло коренной Шаклеинской жилы на горизонте 300 м резко оборвалось при мощности 0,8 м, а крайняя ее южная ветвь утонилась и выклинилась. Особенно разительны деформации Шаклеинских жил на горизонте 268 м: на западном фланге Коренная жила разобщена на отдельные отрезки и продолжение ее не было обнаружено. В центре жилы на горизонте 169 м была встречена широкая зона сильного смятия, создавшая совершенно безрудный промежуток протяженностью в 150 м, сменившийся крепкой породой при отсутствии жилы. Зона нарушений, очень сложная по составу, послужившая вмещением нескольких даек различного состава (см. рис. 113), находится примерно на меридиане русла Антипина лога.

Все приведенные поверхностные и подземные структурные детали явно служат подтверждением присутствия на Пластовской рудной площади древнего, неоднократно оживлявшегося глубинного разлома, содействовавшего появлению поперечных зон смятия и трещин, образовавшихся под воздействием широтного сжатия и облегчавших последовательно внедрение дайковых пород и заложение рудных жил. Следует ожидать, что роль разлома благоприятно отразится на глубинном продолжении наиболее мощных рудоносных трещин.

Другой такого же типа древний омоложенный разлом зафиксирован на поверхности и в подземных выработках шахты Октябрьской на Ново-Троицкой рудной площади (см. рис. 149, 150).

Д а й к и. Основную роль в строении Пластовского рудного поля играют дайки, определяя своеобразный дайковый тип его, впервые подчеркнутый Н. И. Бородаевским. Изучение, однако, затруднялось сложными условиями наблюдений их в глубоких подземных выработках, тогда как на Ново-Троицкой

площади дайки более многочисленны, а главное легко могли наблюдаться в поверхностных разведочных канавах.

Дайки Пластовского рудного поля, имеющие состав эффузивных пород, секут систему древних пегматитов и маломощных аплитовых даек и линз, но в свою очередь секутся более молодой системой коротких трещинных инъекций гранит-пегматитов, аплитов и пегматитов. Скрещивающиеся дайки имеются, но взаимных пересечений, которые позволили бы установить их относительный возраст, не наблюдалось, но они отмечаются на Ново-Троицкой площади.

По подсчету некоторых авторов количество даек на центральном участке 750, а суммарная мощность их исчисляется в 1000—1200 м, что при длине рудного поля в 3,5 км определяет линейное расширение по меридиану на 0,75 км. Образование дайковых разломов объясняется ими как боковое расширение, отрицается присутствие вертикального и горизонтального движений и приписывается приоткрытие трещин интрузивному импульсу, т. е. давлению, присутствующему внедряющейся магме. Однако даже в таких условиях образование трещин мощностью в десятки метров сомнительно. Наиболее правдоподобным объяснением этого является признание, что табашковидные полосы, особенно мощные, вмещающие уплотненные системы рудных жил, представляют собой не дайки, а смятые зоны неоднородного состава плаггиогранита, образовавшегося путем гранитизации из покровных пород и еще в фазу неполного затвердевания неравномерно динамометаморфизированного. К тому же детали в строении и изменениях даек, приводимые указанными авторами, в некоторых случаях не подтверждают их взгляда, о чем будет изложено в разделе о табашках и подтверждаться дополнительными наблюдениями на Ново-Троицкой рудной площади.

По своему составу дайки со средней мощностью до 2,5 м значительно варьируют. В большинстве случаев они определяются как биотитовые и роговообманковые. Изучение Н. И. Бородавским даек, не подвергавшихся изменениям, позволило выделить несколько типов пород, которые в большинстве на Пластовском рудном поле ранее не были известны; 1) диабазы и диабаз-порфиры, 2) альбитофиры (плагноклазовые, плагноклаз-роговообманковые порфиры дацитового типа, 3) кварц-альбитовые порфиры, 4) кварцевые гранит-порфиры, 5) фельзитовые порфиры и фельзиты.

В этом списке отсутствуют микроклиновые дайки, но следует учитывать присутствие даек такого состава, связанных с плаггиогранитом, на Андреево-Юльевском участке, что позволяет наряду с другими приведенными выше доказательствами объяснить совместное присутствие двух разновидностей гранитоидов как фации единого процесса гранитизации покровных пород, занимавших объем кочкарского гранитоидного комплекса.

По дополнительным нашим наблюдениям процесс образования разломов и происхождение заполнявших их дайковых расплавов представляются в следующем виде. Как только широкая зона вертикально-плоскостного строения Пластовской рудной площади консолидировалась, внутри ее начался процесс сокращения объема вследствие исчезновения излишка воды, внесенной сквозьмагматическими растворами, осуществлявшими магматическое замещение покровных пород.

Вполне закономерно, что расширение разломов слоистых пород могло идти главным образом в поперечном к ним направлении, в данном случае в меридиональном. Это и привело к образованию глубоких разломов широтного

направления, послуживших вместилищем дайковых расплавов, внедрявшихся благодаря импульсу давления, присущему внедряющейся магме. Очевидно, расширение таких разломов повторялось, что доказывается присутствием в некоторых из них разновозрастных, резко отличных по составу даек и даже рудных жил. Так, в стволе Красной шахты на глубине 145 м можно видеть две очень контрастные по цвету и составу дайки, заложившиеся в трещине, дважды раскрывавшейся (рис. 112). То же произошло с Васильевской рудной жилой, залегающей совместно с альбитофировой дайкой.

Еще более сложная комбинация совместно залегающих жильных пород зафиксирована по Коренной жиле (одна из трех Шаклеинских). Трещина, или вернее мощный разлом раскрывался несколько раз при несомненных интенсивных подвижках, вызывавших смятие и скольжение по границам и внутри не только вмещающего плагиогранита, но и жил, заполнивших разлом (рис. 113).

В рудном поле зафиксировано наличие двух-трех даек меридионального простирания, совпадающего с осью плагиогранитового массива. Изучение этих объектов следовало бы продолжить, поскольку они, вероятно, подтвердили бы унаследованность дайками древних разломов континента и тем самым могли бы послужить прогнозу об оптимальной глубине оруденения.

Дайки, представляя собой интрамагматические образования, генетически связаны с общим магматическим очагом. Однако они резко отличаются по составу от вмещающего их гранитоида. Вопрос о причинах этого явления до сих пор является дискуссионным и в данном случае могут быть приведены только некоторые предположительные соображения.

При образовании крупных гранитоидных массивов в связи с обычно возобновляющимися тектоническими спазмами в магнеобразующие процессы вовлекаются дополнительные количества субстрата и потому в очаге происходит дополнительная дифференциация магмы и расщепление. Подвижные ее компоненты (диасистовые) могут в таком случае создавать иной состав дайковых пород.

Не исключается и возможность изменения состава дайковых расплавов по пути их поднятия при соприкосновении с разновидностями вмещающего гранитоида, также при встрече ксенолитов и крупных блоков в различной степени гранитизированных покровных пород разнообразного состава.

При указанном способе образования дайковых разломов нельзя было ожидать в дайках ксенолитов боковых пород. В действительности они и не наблюдались, однако происходили отслоен боковой породы, которые могли исчезать, поглощаясь дайковым расплавом.

После того как линейный широтного направления каркас даек закрепились, возобновились сдвиговые смещения широтного направления, в результате которых возник фронт послонных сколо-разрывных трещин, использованных рудоносными термами, с крутым падением на юго-восток, согласных слоисто-плоскостному строению всей зоны участка, подготовленному еще ранее до момента стабилизации гранитоида и унаследованному в объеме всей зоны Пластовской рудной площади.

Остается неясным, как дайки генетически связаны с магмой глубинного очага. Не исключается, что дайки более основного состава могут быть отнесены к диасистовым, образовавшимся вследствие расщепления магмы, поскольку они резко отличаются по составу от материнских.

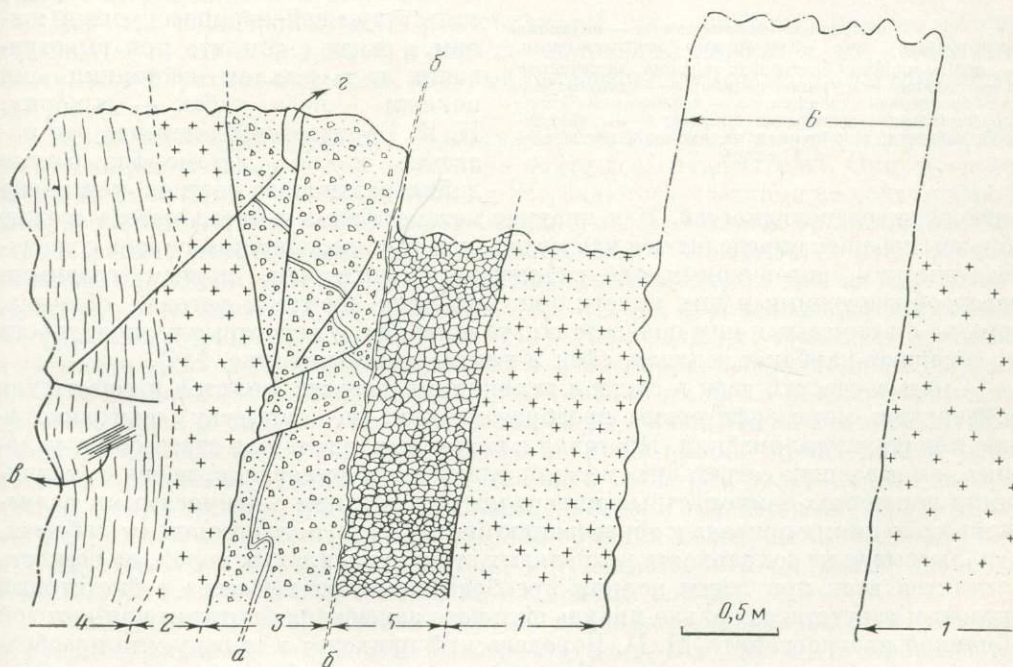
Рис. 112. Двукратное раскрытие трещины, заполненной двумя дайками в плагиограните.

1 — табашковидный гранитоид; 2 — меланократовая дайка, насыщенная биотитом; 3 — лейкократовая дайка аплита. Ствол Красной шахты



Рис. 113. Пример многократного раскрытия и мобильности разломов в Кочкарском рудном поле плагиогранита.

1 — измененный плагиогранит (прокварцован с вкраплениями пирита); 2 — лейкократовая дайка с порфировыми выделениями мусковита; 3 — табашка «глазунья», сильно смятая, микрожилкована безрудным кварцем (а); 4 — аплит, сильно смятый; 5 — мелкозернистый малорудный кварц; 6 — коренная рудная жила (выработана); б — контакт скольжения; в — поперечные трещины. Шахта им. Фрунзе, горизонт 169 м, блок 200. Зарисовка автора



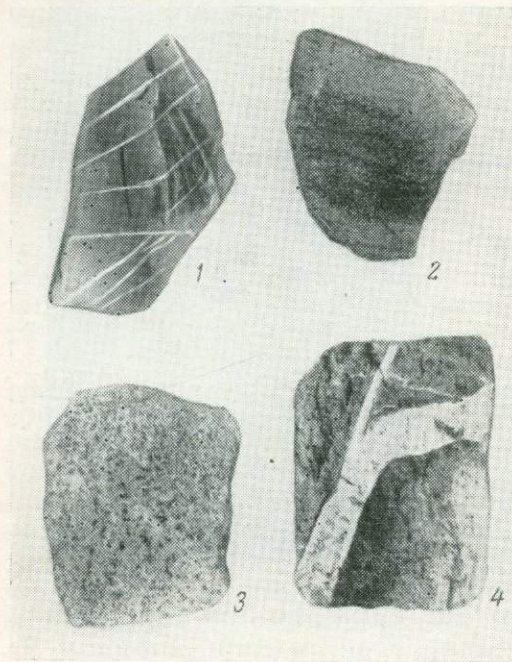


Рис. 114. «Табашки»-метасоматиты — спутники золоторудных жил Кочкарского месторождения. 1 — мелкозернистая биотитовая табашка, рассеченная микрожилками безрудного кварца; 2 — среднезернистая биотитовая табашка; 3 — табашка-«глазунья» с порфиоровыми выделениями биотита; 4 — актинолитовая табашка, рассеченная маломощной пегматитовой жилой

десятки их разновидностей. Как продукт метаморфизма и метасоматоза свежие образцы табашек определяются как мелко- или крупнозернистая порода с гранобластическим, роговиковым или сланцеватым сложением, причем главными породообразующими в них минералами являются биотит и роговая обманка, нередко с примесью к ним полевого шпата и кварца, а некоторые разновидности их содержат карбонат, эпидот, сфен и другие минералы (рис. 114).

Смятые участки даек в связи с инъекциями поздних аплитов и пегматитов подверглись метаморфическим преобразованиям, по существу ороговикования и перекристаллизации. Протекая в некоторых случаях в стрессовых условиях, вызывавших сегрегацию метаморфизованных минералов, перекристаллизация первичных темноцветных минералов при реакции с приносимыми калиевыми эманациями привела к образованию биотита, главного компонента табашек.

Указывая на сохранность реликтовых структур жильных пород, на резкость контактов даек при почти полном преобразовании их вещества в биотитовый агрегат и отсутствие сколько-нибудь сильного замещения биотитом или роговой обманкой плагиогранита, Н. И. Бородаевский приходит к выводу, что преобразование в табашки происходило без участия какого-либо значительного пере-

Плагиогранит, слагающий северную часть рудного поля, нередко представлен гнейсовидными и сланцеватыми полосами с падением сланцеватости на восток. Наиболее мощные дайки, разделенные зонами с инъекциями жильных пород, превращенные в «табашки», имеют северо-восточное простирание, причем к ним примыкает большое количество маломощных и тонких даек близко широтного простирания, в большинстве поперечных к сланцеватости плагиогранита. Имеется еще значительное число даек с диагональным простиранием (СВ 40° и СВ 330°), отличающихся плитообразной формой, содержащей угловатые отторженцы вмещающего плагиогранита, и нередко обрывающейся по простиранию, как бы срезаясь трещинами отдельности.

Т а б а ш к и. Такое название кочкарские шахтеры дали породе, сопутствующей кварцеворудным жилам, в связи с тем, что при выветривании и в рыхлом состоянии они похожи на табак — махорку. Н. И. Бородаевский перенес это название и на метаморфизованные дайки различного состава, установив

мещения или привноса окислов железа, т. е. параморфно. Что же касается нередко наблюдаемых нерезких переходов или нерезких контактов табашек с вмещающим гранитоидом, то он склонен объяснять их существованием тектонических подвижек и связанным с ними перемешиванием обломков гранитов и табашек и считает такое явление не противоречащим изложенной им схеме метаморфизма.

Однако признавая наличие тектонических подвижек, длительно сопутствовавших формированию рудного поля, особенно при наступлении хрупкой фазы вмещающего гранитоида, может быть дано и другое объяснение нерезких контактов табашек с плагиигранитом.

Следующие фактические наблюдения позволяют утверждать возможность образования табашек не только из дайковых пород, но и в соответствии с концепциями по этому вопросу других авторов (Н. К. Высоцкий, И. И. Чупилин, Г. Н. Шавкин, И. В. Ленных, А. П. Смолин).

Если не подлежит сомнению образование табашек из дайковых пород и отрицается возможность превращения в них нормального плагиигранита, то следует учитывать выясняющуюся возможность образования табашек из гранитоида, являющегося последней стадией гранитизации покровных пород, каковым представляется весь массив в пределах рудной площади. По существу из такого материала состоят мощные табашковидные полосы, включающие большинство оближенных и разрозненных рудных жил, причем такие полосы без резких контактов сменяются полосами нормального плагиигранита. Часто в промежутках между рудными жилами проходят прожилки рудного кварца, включенные в маломощные выклинивающиеся полосы сланцевых табашек, которые нет основания считать дайковой породой.

Наконец, в табашковидные разновидности превращаются, как это можно наблюдать на Ново-Троицкой площади, покровные породы и их ксенолиты, обычно изобилующие биотитом, который является главным компонентом типичной табашки.

Приведенные соображения позволяют уточнить вопрос о свойствах типичных кочкарских табашек как спутников почти всех рудных жил. Они представлены несколькими разновидностями и встречаются участками во всех рудоносных трещинах: плотные мелко- и среднезернистые, биотитовые, ороговикованные, сланцеватые с порфиристыми выделениями биотита (глазунья) и реже рогово-обманковые. Характерно, что часто они находятся в одной и той же рудоносной трещине в виде коротких жилоподобных тел и линз, перемежающихся с такими же формами рудного кварца (см. рис. 115). Наблюдая их, возникает сомнение в дайковом происхождении таких табашек и, наоборот, восстанавливается доверие к концепции Н. К. Высоцкого, определившего их как в различной степени опрессованный и динамометаморфизованный рудовмещающий гранитоид. Прерывистое линзовидное распределение его по простиранию и падению в рудоносных трещинах естественнее представить как результат смятия выпуклостей стенок трещин при относительном сдвиговом смещении их. Присутствие же в таких табашках биотита или роговой обманки может быть объяснено тем, что первичная их порода — гранитоид мог заимствовать составные элементы этих минералов (железо и магний) из покровных пород.

Существенным возражением против дайкового происхождения табашек в рудоносных трещинах может быть и тот факт, что они часто прорезаются

кварцем, находясь и в лежачем и висячем боках рудоносной трещины. Заполнив разлом, дайки благодаря своей монолитности подобно многим другим, залегающим в безрудных разломах, даже при последующих подвижках в них сохранили бы свою форму от раздробления, сделавшись спутниками рудных жил в случае внедрения их при повторных подвижках стенок разломов, как это наблюдается по некоторым жилам и особенно убедительно иллюстрируется по Коренной жиле в шахте им. Фрунзе (см. рис. 113).

В общем приведенные нами соображения о генезисе табашек не согласуются со взглядами, объясняющими преобразование пород в табашки как результат воздействия на них высокотемпературных эманаций, исходящих от микроклинового гранита.

С последним процессом генетически и во времени связывается формация высокотемпературных жил темного кварца, в своем распределении тяготеющих к участкам развития табашек.

Рудные жилы. Появившиеся основные и производные сколо-разрывные трещины послужили каналами для гидротермальных рудоносных растворов, в некоторых случаях проникавших по дайковым разломам и обусловивших совместное залегание рудных жил (Васильевской, Коренной — Шаклеинской, см. рис. 113).

Структурная обстановка, в которой заложилась рудная жила, предопределила их морфологию, отличительной чертой которой является прерывистое линзовидное распределение минеральных рудных и нерудных компонентов и сопровождающих их метасоматитов-табашек. Основные элементы залегания рудных жил по связи с трещинами отдельности приведены выше, в последующем отмечаются наиболее типичные черты строения и состава их, а также осложнения, встречавшиеся в некоторых из них.

Заполнение рудоносных трещин при мощности рудного кварца в среднем 0,8—1 м, а в раздувах до 2 м и редко до нескольких метров, сложное: в выемочный слой кроме вмещающего гранитоида и участками дайковой породы входят табашки, которые, как и рудный кварц, идут обычно прерывистыми линзами, часто кулисообразно залегающими. Иногда зона оруденения расширяется за счет параллельных маломощных выклинивающихся рудных жил, обычно вскрывавшихся кварцитами заходками (рис. 115, а, б). Во многих отработанных жилах часто встречались короткие поперечные смещения субмеридионального простирания дорудного и послерудного возраста, обычно приводившие к увеличению мощности рудного кварца и тем самым к увеличению выемочной мощности (рис. 115, в, г). В некоторых рудоносных трещинах относительное движение соприкасающихся блоков, очевидно, было более интенсивным и приводило к увеличению мощности и формированию полосчатой текстуры вместо обычной вкрапленной (жилы Покровская, Високосная, Суторминская) или к появлению новой минеральной генерации, как у Васильевской жилы, в которой резко отграниченная висячая половина жилы имела вкрапленность шеелита.

По морфологическим признакам Красная жила отличается от всех других рудных жил. Она представляет собой довольно мощную рассланцованную зону табашковидных пород, в которой рудный кварц включен короткими линзочками с перерывами как по простиранию, так и по падению. Несмотря на это, она в зоне окисления отрабатывалась на протяжении 1200 м, а глубже

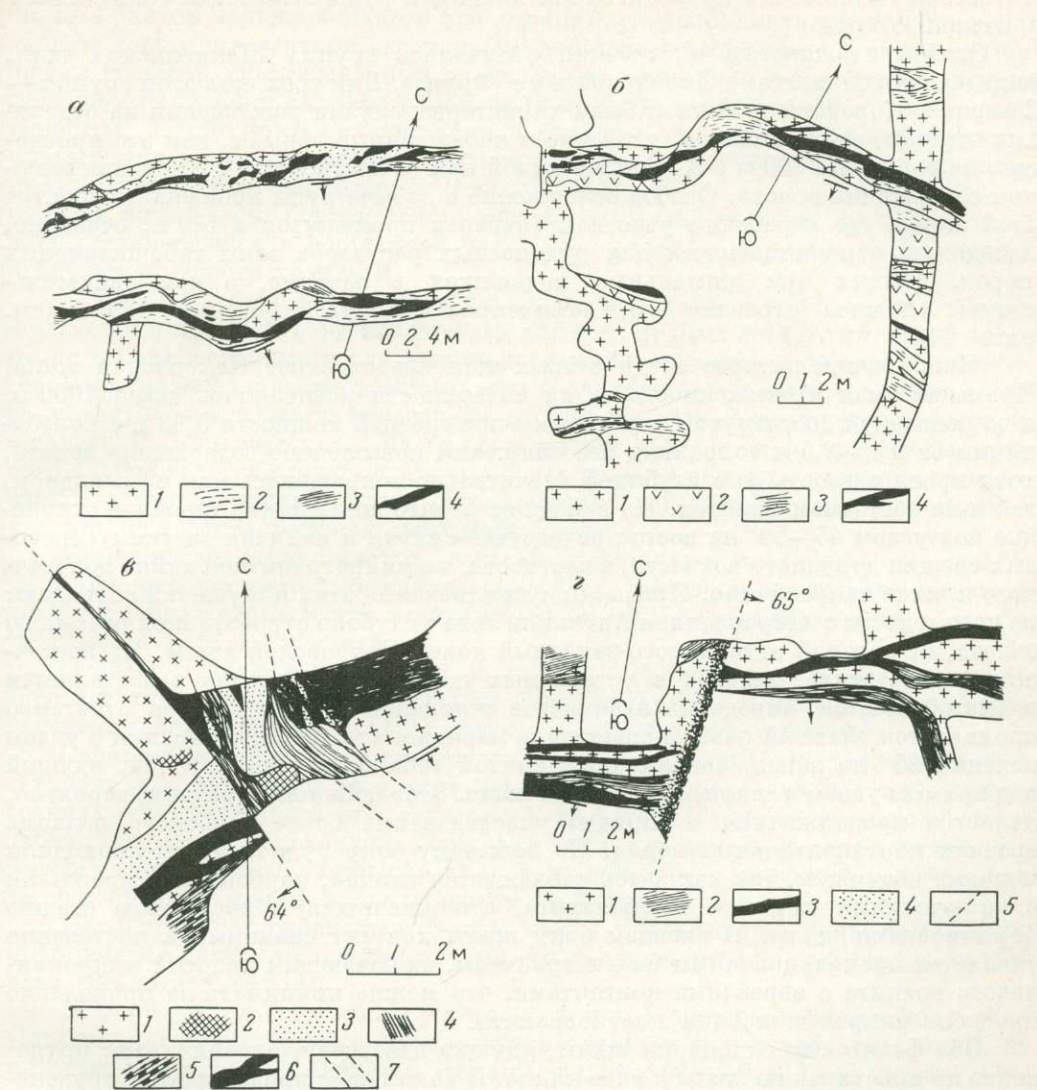


Рис. 115. Детали морфологии золоторудных жил северной части Кочкарского рудного поля.

а — типичное линзовидное строение жил, сопровождаемых метасоматитами-табашками; 1 — плагиогранит; 2 — аплит; 3 — табашка; 4 — рудный кварц. Шахта Октябрь. *б* — характер оруденения в трещинах смятия табашковидной породы; 1 — плагиогранит; 2 — аплит; 3 — сланцеватая табашка; 4 — рудный кварц. Шахта Октябрь.

в — увеличение выемочной мощности рудной жилы в скрещении с зоной смещений дорудного и послерудного возраста; 1 — плагиогранит; 2 — кварц «резунка»; 3 — табашка плотная; 4 — табашка сланцеватая; 5 — табашка листоватая с биотитом; 6 — кварц рудный; 7 — смещения. Шахта Красная, горизонт 148 м. *г* — обычно частое послерудное смещение жилы; 1 — плагиогранит; 2 — табашка сланцеватая; 3 — кварц рудный; 4 — брекчия трещины; 5 — смещение. Клавдиевская жила, шахта 17, горизонт 60 м

вследствие уменьшения промышленной мощности руды выработки сократились в несколько раз.

Особой сложностью в строении отличалась группа Шаклеинских жил, вскрывавшихся шахтами Ленинской и им. Фрунзе. Для трех жил этой группы — Северной, Коренной и Южной были характерны случаи разобщения на отдельные отрезки, выклинивание, утонение и неожиданные обрывы, как это произошло на горизонте 300 м с Коренной жилой при ее мощности в 0,8 м и при высоком содержании золота. Особое осложнение в добыче руды произошло в центре этой жилы, где нерабочим участком оказался промежуток в 150 м, очевидно, вследствие непроницаемости для рудоносных растворов зоны табашковидных пород, смятых при длительных подвижках в разломе, о чем свидетельствует сложное строение его, зафиксированное на горизонте 169 м (см. рис. 113).

Наибольший интерес среди старых жил представляет Покровская жила. Промышленная протяженность ее на поверхности исчислялась свыше 1000 м, и до последней достигнутой глубины она при средней мощности 0,68 м с колебаниями от 0 до 6,5 м сохранила без снижения повышенное содержание золота, хотя протяженность ее с глубиной значительно сокращалась как на западном, так и на восточном флангах. На западном фланге жила имеет линейное склонение под углом 45—50° на восток вследствие смятия и наличия системы сбросовых трещин дорудного возраста, в частности, по микрогранитной дайке поперечного к жиле направления. Признаки существования этих нарушений совпадают на поверхности с направлением Антипина лога с глубоко отработанной россыпью золота, от которой отходит юго-западный конец Покровской жилы. На восточном фланге жила, залегая в устойчивых породах, постепенно разветвляется и выклинивается, определяя извилистое склонение на запад. Здесь отчетливо проявляется главный разлом-сместитель меридионального простирания с углом падения 85° на запад, заполненный смятой табашковидной породой, идущий под прямым углом к секущей ее рудной жиле. Этот мобильный разлом, вероятно, является продолжением в порядке унаследования более глубокого разлома древних континентальных пород. По лежащему боку рудной жилы проходили молодые подвижки, так как здесь наблюдается глина, карбонатные прожилки с включениями галенита и сфалерита, отложившихся в последнюю стадию формирования жилы. Висячем боку жилы контакт спаянный и постепенно сменяется прокварцованным плагิโอгранитом, включающим полоски микроклинового гранита с нерезкими контактами, что можно принимать за проявление процесса микроклинизации плагิโอгранита.

Оба фланговых склонения жилы, идущие навстречу, ограничивают оруденение по простиранию жилы в виде клина. В каком виде продолжается оруденение глубже, вероятно, уже выяснено в настоящее время штрековыми проходками или серией скважин за линии склонения на запад и восток. В общем этот структурный случай напоминает Зеленую жилу Ново-Троицкой рудной площади, по которой оруденение ограничивается двумя дорудными линейно-встречными сместителями в виде клина, сужающегося вниз.

Дополнительным доказательством закономерности формирования обособленных рудных участков в пределах гранитоидного массива при наличии древнего разлома может служить район Каменного лога, находящегося в 5 км на восток от главной рудной площади. Уже упоминавшийся вертикальный глу-

бинный разлом меридионального простирания, секущий континентальную эффузивную толщу в восточной экзоконтактовой зоне гранитоида и в своем продолжении на север унаследованный гранитоидом, явно был рудоконтролирующим фактором появления системы рудоносных трещин, сопряженных с ним по типу перистых. Кроме того, нет сомнения в том, что группа дезориентированных рудных жил по правую сторону Каменного лога также возникла под влиянием продолжения этого же разлома (см. рис. 111).

Эти жилы были первоисточниками золотоносной россыпи по Каменному логу, отличавшейся в вершинной части присутствием крупных качественных кристаллов горного хрусталя.

Детали строения рудных жил и околожилные изменения. Почти без исключения для всех рудных жил Пластовской части рудного поля характерны следующие детали как строения и состава компонентов, заполняющих рудные трещины, так и околожилной зоны, особенно очень внимательно изученные и отмеченные исследовательской партией под руководством Н. И. Бородаевского. Часто встречаются участки, в которых жилы рудного кварца залегают рядом с жилами более раннего нерудного кварца, а в некоторых случаях рудные жилы представляют собой перекристаллизованные участки еще более раннего дымчатого кварца.

Нерудные прожилки кварца, залегая в табашках и плагиограните, обычно не сопровождаются сколько-нибудь заметными изменениями стенок, тогда как жилы рудного кварца всегда имеют стенки, измененные окварцеванием, хлоритизацией и карбонатизацией.

Особенно глубоко проникает в стенки серицитизация и менее глубоко березитизация, однако при залегании рудоносных жил в плагиограните такие изменения совершенно не наблюдаются в табашковых стенках.

Серицитовые сланцы, сопровождающие на некоторых участках жилы, рассматривались ранее как результат метаморфизма и последующей серитизации гранита, среди которого они залегают и на который они очень похожи часто наблюдающимися переходами. Однако в последующем было установлено, что в ряде случаев такие сланцы образуются за счет даек и инъекций фельзита или за счет брекчий гранитоида с цементом из фельзита.

После того как отложился рудный кварц с сульфидами, появились тонкие прерывистые жилки молочного кварца, прозрачного кварца, розоватого карбоната, цеолита и опала.

Минерализация рудных жил. В минерализации рудных жил Пластовской части рудного поля особенно заметен пирит трех генераций, из которых золотоносной является вторая и количество которой определяет в основном содержание золота в руде. После него не менее золотоносен арсенопирит, особенно обильное содержание которого в Покровской и Митрофановской жилах относит их к группе особо мышьяконосных Ново-Троицкой площади. В подчиненных количествах и не всегда заметных присутствуют галенит, блеклая руда, халькопирит и др.

Главным нерудным минералом является кварц нескольких генераций, из которых серый кварц представляет основной компонент, синхроничный с сульфидами. Стекловатый кварц-«резунка», более ранний, присутствует в виде сопутствующих прожилков, так же как и белый кварц, наиболее поздний. Заметное участие в рудных жилах принимает карбонат, который в более

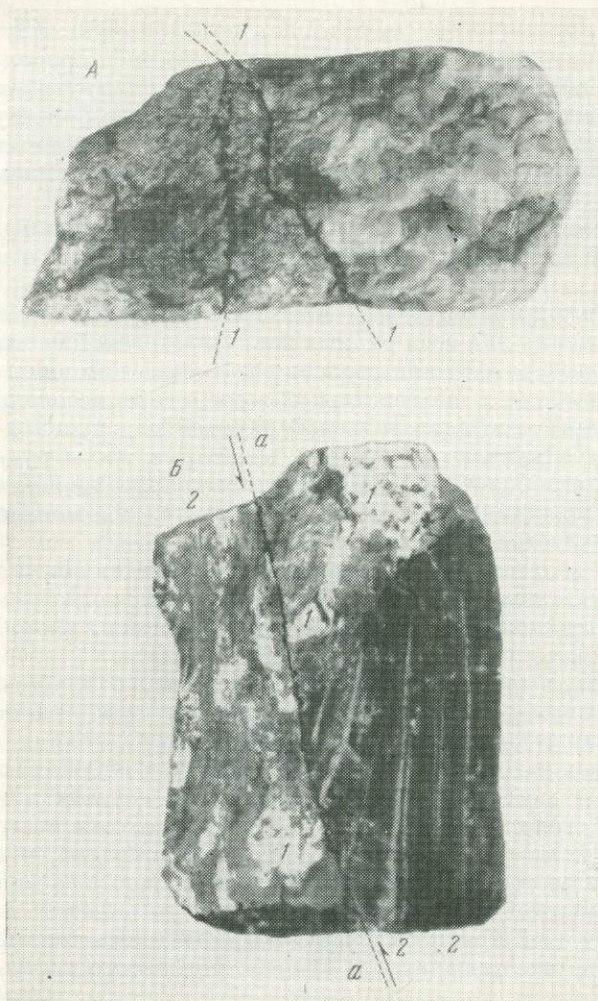


Рис. 116. Разновидности руды из жил Пластовского рудного поля.

А — рудный кварц с прожилками и вкраплениями пирита (1) и с мелкорассеянными сульфидами (в левой части штуфа); Б — штуф комплексной руды; левая часть состоит из кварца полосчатой текстуры с вкраплениями пирита (1) и с полосками арсенопирита (2); правая часть — полосчатая табашка с прослоями арсенопирита (2); (а-а) смещение, диагональное к простиранию рудной жилы, зацементированное карбонатом. 1/3 nat. вел.

поздних генерациях нескольких разновидностей сопровождается рудные жилы в виде секущих или призальбандовых прожилков.

В числе супергенных минералов зоны окисления основными являются окислы железа нескольких разновидностей, а в мышьяконосных жилах, таких, как Покровская и Митрофановская, скородит.

Состав рудных жил южной части рудного поля на Ново-Троицкой площади значительно отличается от приведенного, особенно в Зеленой жиле, в которой кроме обычных (господствующего арсенопирита и пирита) присутствуют минералы из ряда сульфо-антимонитов и сульфо-стибнитов и некоторых других более редких.

Минералогическое изучение Кочкарских жил сотрудниками партии Н. И. Бородаевского установило в общем 90 различных минералов, большинство которых акцессорные и были обнаружены впервые. Золото в самородном виде ассоциирует с тетрадимитом и главным образом в дисперсном состоянии связано с пиритом и арсенопиритом.

Табашки, если они не импренированы сульфидами, совершенно незолотоносны и при сортировке руды обычно идут в отвал, причем выдерживание кондицион-

ного содержания золота в руде всецело зависит от количества мелкокусковой табашки, попавшей в нее.

В течение многих десятилетий эксплуатации рудника содержание золота в общей массе руды, поступающей для обработки и извлечения металла, обычно

соответствовало плановой кондиции. Наиболее богатое содержание золота было в рудах зоны окисления, часто доходившее с большими колебаниями до трехзначного, тогда как в первичных рудах оно обычно повышалось независимо от глубины залегающих их в контурах полос, выклинивавшихся как по простиранию, так и по падению, но во всех случаях сопровождалось увеличением сульфидной минерализации, особенно пирита и арсенопирита (рис. 116). Типичные же рудные столбы, обогащенные золотом, подобные известным по многим уральским месторождениям (Смолин, 1970), за всю длительную историю эксплуатации месторождения здесь не встречались даже в обогащенной золотом зоне окисления. Однако рудными столбами можно считать разобщенные как по простиранию, так и по падению рудоносных трещин линзовидные полости, заполненные рудным кварцем с увеличенной вкрапленностью золотоносных пирита и арсенопирита.

Из описания строения и стадий минерального заполнения рудоносных трещин следует, что по ним происходили неоднократные сдвиговые перемещения, приводившие к образованию полостей, полосчатых рудных текстур и плоскостей скольжения. Согласно принятой терминологии для таких явлений (Пек, 1939 г.) подобные рудоносные трещины принято считать сколовыми. Однако они субширотного направления и образовались путем широтного (уральского) сжатия вмещающего гранитоидного массива. Создающееся таким образом разногласие в определениях устраняется нами путем введения промежуточного термина для таких рудоносных трещин — сколо-разрывные. Подобное явление встречено, как отмечено ранее, на Бериккульском рудном поле и представляется вполне естественным для вмещающих массивов, породы которых образовались путем динамометаморфизма или метасоматического замещения, благоприятных для объемных сокращений и блоковых смещений при сжимающих напряжениях.

III. Геолого-структурная документация Ново-Троицкой южной части Кочкарского рудного поля

1. Вводный обзор объектов наблюдений

Как уже было отмечено, Ново-Троицкую рудную площадь отделяет от Пластовской северной части общего рудного поля почти безрудная полоса скального плагиигранита с пологими трещинами отдельности, заканчивающаяся поверхностными выходами по линии простирания Зеленой жилы.

Внутри Ново-Троицкой рудной площади состав и строение пород, вмещающих рудные жилы, резко отличаются от тех, которые включают рудный веер жил Пластовского участка. Там они представлены плагиигранитом, образовавшимся в результате почти полностью прошедшей гранитизации покровных пород зоны древних разломов континента, послуживших каналами гранитизирующих растворов из глубокого магматического очага.

На Ново-Троицкой рудной площади нормальный плагиигранит проявляется пятнами, но сплошь окаймляет ее со всех сторон по периферии. Как выявлено пройденными в нескольких направлениях протяженными канавами и линиями дудок с ортовыми проходками на глубине до 18 м в центральной части рудного

участка, вмещающие породы очень разнообразны. Среди них [превалируют покровные породы, преобразованные в различной степени процессами гранитизации в мигматиты на площади не менее 1 км² между шахтами Партизан и Трифоновская и к югу от них.

Несомненно вследствие этого на всей рудной площади встречаются участки гранитоидных пород с полосчатой и складчатой текстурой и вся она рассечена неизмеримо большим количеством разнообразных по составу даек и жилоподобных рассланцеваний, а также часто включает ксенолиты различных по составу покровных пород.

Покровные породы, сложенные в складки, и их ксенолиты, четко выраженные здесь, в совокупности являются очень редким явлением, встречавшимся в практике советских геологов, и свидетельствуют об уровне эрозионного среза южной части брахиантиклинальной складки, полностью денудированной в северной части рудного поля, но здесь сильно осложненной дополнительными складками и деформированной поперечными разрывами и надвигами.

Естественно поэтому появление здесь отчетливо выраженных крупных сместителей преимущественно дорудного возраста двух направлений СВ—ЮЗ и СЗ—ЮВ по окраинам и основного меридионального сместителя в центре рудного поля.

Промышленные рудные жилы в основном имеют широтное простирание, а в южной части рудной площади СВ—ЮЗ, согласное с Трифоновским сместителем северо-восточного направления, что предопределило меньшую продуктивность их (см. рис. 129).

Минерализация жил отличается значительным содержанием сульфидов, среди которых преобладает арсенопирит, а в некоторых из них встречается полиметаллическая минерализация (Зеленая, Елизаветинская, Козловская). Все рудные жилы сопровождаются метасоматитами-табашками, по составу и текстуре подобными тем, что и в Пластовском рудном поле.

Перечисленные особенности структуры и состава этой части Кочкарского рудного поля подробно описываются ниже, причем особое внимание уделено гранитизированным покровным породам, познание происхождения которых будет главным аргументом в установлении происхождения кочкарских смежных массивов, плагиигранитового и микроклинового.

2. Породы, вмещающие рудные жилы (гранитизированные породы, мигматиты, дайки)

Г р а н и т о и д ы. Основной вмещающей породой рудных жил являются гранитоиды, называвшиеся прежними исследователями гранодиоритом, плагиигранитом или адамеллитом, причем по своему составу и строению они отождествлялись с рудоносным гранитоидом Пластовской рудной площади, отличавшимся более выдержанным составом. На Ново-Троицкой площади гранитоиды резко изменяются на коротких расстояниях по составу, текстуре и структуре, проявляясь в виде нормального плагиигранита, аплитовидных, пегматоидных и гнейсовидных его разновидностей. Обычно гранитоидные зоны рассечены дайками, жилоподобными рассланцовками или включают крутопадающие замкнутые прожилки стекловатого кварца.

В сильно метаморфизованных покровных и ороговикованных породах

встречаются крутопадающие прерывистые аплитовые и микроклиновые прожилки (рис. 117, А и Б).

Все разновидности гранитоидов рассматриваются как покровные породы, гранитизированные потоками сквозьмагматических растворов.

О происхождении гранитоидов имеются многочисленные труды, более известная часть которых дается в списке рассмотренной литературы. Различные гипотезы, единогласно признавая сложность проблемы гранитов, объясняют образование их действием различных геохимических гранитизирующих мобилизаторов, создающих граниты магматического, анатектического и метасоматического типов, а также гранитов палингенного происхождения. Многими авторами подтверждается существование гранитов селективного типа, когда в контурах магматогенного состава их встречаются участки вмещающих пород, гранитизированных путем анатексиса или метасоматоза.

О том, как происходил процесс гранитизации на Кочкарской рудной площади, наиболее приемлемым является высказывание Д. С. Коржинского (1952 г.). Он выдвинул гипотезу, которая помогает решить проблему простран-

ства, т. е. процесса преобразования объема вмещающих пород, поглощенных глубиной магмой. Согласно этой гипотезе, магма представляет собой открытую систему с дифференциальным перемещением компонентов благодаря наличию в ней сквозьмагматических потоков частиц воды и некоторых увлекаемых ею компонентов (К, Na, летучие). Эти потоки поднимаются во вмещающие породы и вызывают магматическое замещение, в частности гранитизацию, а на дальнейшем пути метаморфизм. Сквозьмагматические растворы в существенной своей части имеют глубинное ювенильное происхождение и свойства, промежуточные



Рис. 117. Покровные породы, инъецированные дериватами плагиогранитовой магмы.

А — зеленокаменная порода складчатого строения, инъецирована аплитом; Б — ороговикованная порода с прожилком микроклина, нарушенным поперечными микросмещениями. Новая Трифионовская шахта Ново-Троицкой рудной площади

между свойствами диффузионных и инфильтрационных потоков, причем инфильтрация хорошо объясняет ряд закономерностей магматической петрологии и особенности закономерностей процессов гранитизации.

Процесс гранитизации и раннего метаморфизма происходит очень неравномерно, что может быть объяснено разобщенностью каналов восходящих сквозь магматических растворов и различной проницаемостью межзерновых пор встречаемых пород с первичной и деформированной структурой, что вызывает выравнивание состава образующейся магмы, определяя конечную стадию ее. Все это очень убедительно подтверждается приводимыми ниже примерами гранитизации покровных пород.

М и г м а т и т ы¹. Мигматизированные покровные породы, как показали шурфовые и ортовые проходки до глубины 18 м, занимают приповерхностную зону непостоянной мощности в несколько десятков метров, а иногда и более, причем по наблюдениям в глубоких шахтных проходках они глубже постепенно переходят в плагิโอгранит, по составу и текстуре сходный с плагิโอгранитом глубокой зоны Пластовской части рудного поля.

Покровные породы, подвергавшиеся мигматизации, судя по приведенным ниже примерам, были различны — кислые и основные в соответствии с наличием их в западной и восточной экзоконтактных зонах гранитоидного массива, сформировавшегося в зоне древних разломов в межформационной зоне сланцев и эффузивных пород, как это отражено на геологической карте (см. рис. 103).

Гранитизированные покровные породы Ново-Троицкого рудного поля, превращенные в мигматиты, остались бы неизвестными, если бы не была пройдена вторая шахта на Трифоновскую жилу и не была проведена нами поверхностная разведка глубокими канавами и дудками, сбитыми ортами на глубине до 18 м на участках между шахтами Партизан и Трифоновская и на 1 км южнее линии, их соединяющей. К тому же наклонные слоистые, лейкократовые породы с полосчатой текстурой, представляющие собой последнюю стадию гранитизации покровных пород, вскрытые канавами на тех же участках, по-прежнему считались бы дериватами первичной магмы.

По внешнему виду мигматиты довольно однообразны, что вполне естественно, так как они могли образоваться только за счет двух категорий пород из экзоконтактных зон плагิโอгранитового массива: из западной, сложенной кремнисто-углистыми и кварц-хлорит-роговообманковыми сланцами (метаморфизованные осадочные породы), и восточной, сложенной эффузивными породами (андезитовые порфириды и альбитофиры) и туфами, туфо-конгломератами и туфогенными сланцами. Однако текстуры мигматитов различны, как это следует из приводимых ниже примеров. Среди них выделяются некоторые, образовавшиеся из пород, подвергшихся сжатию и растяжению в процессе складчатой и трещинной дислокаций, вероятно, продолжавшихся как в течение гранитизирующих процессов, так и после их окончания.

Изучение мигматитов проводилось в основном визуально в поле и некоторых их разновидностей под микроскопом. Однако следует учитывать, что опре-

¹ Описание мигматитов ведется с использованием следующих терминов К. Н. Менерта (1971): палеосома — первичная порода мигматита; неосома — вновь образованная часть мигматита; меланосома — меланократовая часть неосомы; лейкосома — лейкократовая часть неосомы. — *Прим. автора.*

деление первичного состава покровных пород — палеосомы и следующих стадий мигматизации — неосомы (Менерт, 1971) затруднительно и не всегда дает правильное решение, вследствие чего приходится ограничиваться в некоторых случаях полевыми определениями.

Обнажения мигматитов в канавах тщательно зарисовывались, а в подземных проходках фотографировались с применением специальных накладных линз при магнитоосвещении. Такая документация установила, что отдельные слои различаются по интенсивности гранитизации сквозьмагматическими растворами. Особенно отчетливо это отразилось на среднем участке между шахтами Партизан и Трифоновская в ортах дудок 330 и 340, в которых чередуются участки горизонтального и наклонного положения сланцевых осадочных пород, к тому же рассеянных дайками в перегибах сланцев. На рис. 118 (А) слои растянуты и смяты с чередованием утонений и линзовидных утолщений, что определяет текстуру как слоисто-будинокую. Это привело к тому, что будины (1) почти полностью сохранили свой первичный состав и представляют собой первую стадию мигматизации — палеосому. Темные утоненные слои (2) фиксируют вторую стадию мигматизации — неосому, состоящую из темноцветных минералов, преимущественно из роговой обманки и в большей части из биотита, определяя разновидность, названную меланосомой. И те и другие слои как бы зацементированы лейкократовой породой (3), представляющей третью стадию образования мигматитов. В составе ее находятся светлые закристаллизованные минералы — кварц, калиевый полевой шпат, плагиоклаз, в связи с чем она как разновидность неосомы и получила название лейкосомы. Преобразованная гранитизирующим сквозьмагматическим раствором с привнесением калия, что свойственно образованию гранитной магмы, она под микроскопом почти не отли-

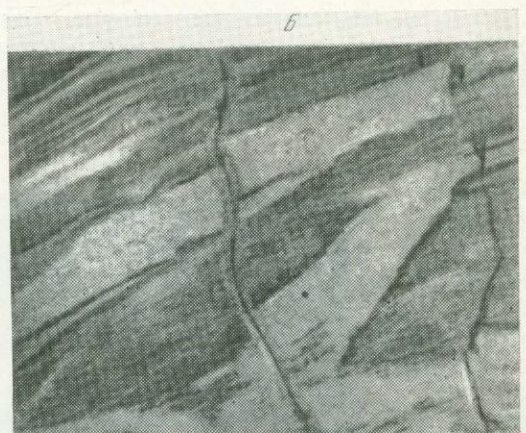
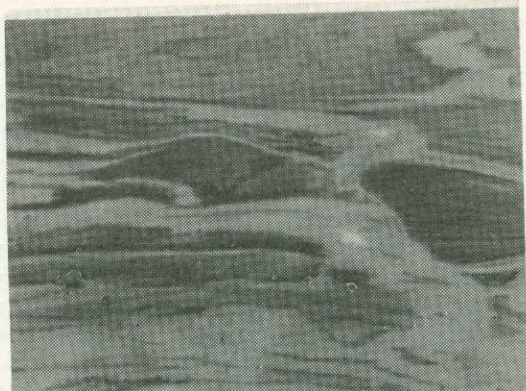


Рис. 118. Покровные породы в различной степени последовательно измененные процессом гранитизации под воздействием сквозьмагматических растворов плагиогранитовой магмы.

А — горизонтальные смятые слои палеосомы (1); разновидности неосомы, меланосомы (2) и лейкосомы (3); Б — подобные же наклонные слои, нарушенные постмигматическими микросмещениями. Стенка орта в дудке между шахтами Партизан и Трифоновская. Южная Ново-Троицкая рудная площадь

чается от гранитоида. На рисунке довольно отчетливо видно, что слои палеосомы (1) и меланосомы (2) до наступления третьей стадии мигматизации (3) были разорваны.

На рисунке 118 (Б) представлены подобные же слои мигматитов, но нарушенные уже после образования лейкосомы постмигматической деформацией, на что указывают микросмещения слоев ее по крутопадающим разрывам. Примечательна и другая деталь этого рисунка — присутствие шнурков биотита по границам меланосомы и лейкосомы, что следует объяснять отодвиганием листочков биотита из лейкосомы к границам меланосомы при кристаллизации светлых минералов (Менерт, 1974). Текстура в данном случае определяется как кластическая. Структура мигматитов на том и другом рисунке, поскольку происходила явная перекристаллизация составляющих неосому минералов, особенно лейкосомы, может быть названа бластической.

Более типичная слоистая текстура, точнее ленточная, встречается в той же орте. Здесь палеосома осадочных сланцев состоит из перемежающихся слоев: темноцветных с прослоями и шнурками биотита и светлых, состоящих преимущественно из мелкозернистого кварца. Темноцветные слои, будучи податливыми (некомпетентными), заметно гофрированы в результате скольжений, тогда как неподатливые слои (компетентные) подверглись только разрывам перпендику-

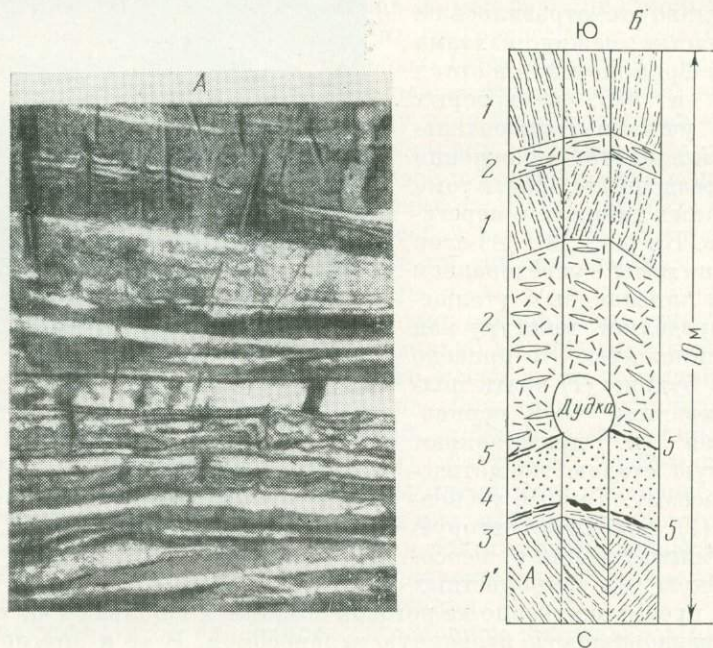


Рис. 119. Пологие слои покровных пород, послойно превращенные гранитизацией в мигматиты и расчлененные вертикальными микротрещинами.

А — фото горизонтальнослоистых мигматитов (светлые слои лейкосомы, темные биотитовые — меланосомы) в восточной стенке орта. Б — зарисовка: 1 — слоистые мигматиты ($200^\circ \angle 5^\circ$); 1' — то же ($320^\circ \angle 30^\circ$); 2 — дайки, состоящие из биотита, плагиоклаза, кварца и хлорита с кварцевыми прожилками ($75^\circ \angle 70^\circ$); 3 — рассланцованный слой покровных пород ($110^\circ \angle 65^\circ$); 4 — фельзитовая дайка ($110^\circ \angle 65^\circ$); 5 — кварцевые золотоносные прожилки с арсенипиритом. Зарисовка почвы и развернутых стенок орта. Орт в дудке 330 на глубине 13,2 м между шахтами Трифионовская и Партизан

лярно слоистости (рис. 119). Несмотря на значительную, вероятно, многометровую мощность толщи, она полностью подверглась мигматизации, причем путями для гранитизирующих сквозьмагматических растворов, по всей вероятности, служили плоскости скольжения как более проницаемые. Листочки биотита, как и в предыдущем случае, концентрируются в виде шнурков, но здесь по наиболее слабым межслоевым швам скольжений, прошедших несколько ранее стадий кристаллизации светлых компонентов — кварца и плагиоклаза. Под микроскопом видно, что слои состоят из биотита (90%) и кварца (10%). Биотит образует изометрические, таблитчатые неправильные чешуйки, часто сильно деформированные.

Окраска чешуек бурая с отчетливым плеохроизмом от очень светлого до темно-бурого. Угасание прямое, в деформированных чешуйках — волнистое. Кварц в отдельных неправильных зернах не более 0,5 мм встречается среди чешуек биотита и обнаруживает волнистое угасание. Местами зерна кварца сильно раздроблены, в контактах слоев появляется серицит, альбит и увеличивается количество кварца, зерна которого уже не раздроблены и по размерам достигают 2—3 мм. В очень небольшом количестве и в очень мелких зернах встречается полевой шпат. Серицит образует мелкочешуйчатые агрегаты, иногда его скопления напоминают призматические решетки зерен плагиоклаза. Таким образом, наблюдается, хотя и не очень отчетливо, переход от слоев меланосомы к слоям лейкосомы.

В соседней дудке 340 в 70 м от предыдущей дудки 330 вскрыто продолжение той же толщи, слои которой резко отличаются по составу и отчетливыми границами (рис. 120). По внешнему облику они похожи на гранитоиды: мелкозернистые серые слои меланосомы с биотитом (1); лейкократовые среднезернистые слои с мусковитом (2). Промежуточные слои (3) определяются как мелкозернистая кварц-биотитовая порода с биотитовыми оторочками или такая же по составу, но гнейсовидная, пронизанная внутренними прослоями биотита (4). Все эти разновидности, очевидно, представляют собой мигматиты крайней стадии гранитизации.

Продолжение той же толщи, но смещенное Трифоновским сдвигом, встречено почти через 900 м западнее на значительно большей глубине — в кваршлагге горизонта 100 м Новой Трифоновской шахты, заложенной в лежачем боку Трифоновской рудной жилы. Но здесь слои идут очень круто и осложнены дифференциальными сдвигами в податливых слоях (2) меланосомы, обтекающие неподатливые слои лейкосомы (1), разбитые трещинами (рис. 121). Однако

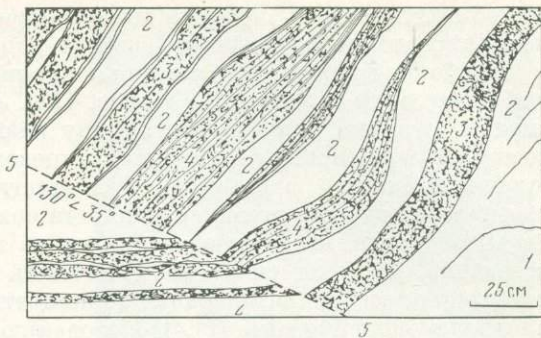


Рис. 120. Нарушенная складка покровных пород, слоисто и неравномерно гранитизированных до стадии гранитоида.

1 — мелкозернистый серый гранитоид с биотитом; 2 — лейкократовый среднезернистый гранитоид с мусковитом; 3 — мелкозернистая кварц-биотитовая порода серого цвета с биотитовыми оторочками; 4 — та же порода, пронизанная биотитовыми шнурами; 5 — пологий слемистель с глиникой. Стенка орты разведочной дудки 340 на глубине 18 м, в 900 м на восток от шахты Трифоновской. Южная Ново-Троицкая рудная площадь

наблюдающаяся здесь сложная деформационная структура значительно затрудняет определение первичного состава отдельных мигматизированных слоев.

Наиболее сложная деформация покровных пород сфотографирована в западном забое орты в дудке 340 (рис. 122). Мигматизированные слои лежащей складки, судя по первичному составу сланцевой породы в левом углу фотографии (А), образовались за счет сланцеватой метаморфизованной породы, состоящей из биотита, роговой обманки, плагиоклаза и кварца. Реликты ее в виде слоя палеосомы значительной мощности сохранились в сводовой части складки и в виде утоненных и исчезающих слоев внутри складки (1). Очевидно, они постепенно, слой за слоем, подвергались перекристаллизации, при которой происходила частичная миграция темноцветных минералов, образовавших слои аплитовидной лейкосомы (2). Образованию лейкосомы (метатексис) содействовало раздробление слоев палеосомы в краевой части свода складки, где она проникала в разрывные поперечные трещины палеосомы и замещала ее, образуя заливы. Слои палеосомы явно были неподатливыми, тогда как слои лейкосомы были подвижными (податливыми), сминались и текли, как это следует из рисунка текстуры ее, причем биотит и роговая обманка обособлялись в виде слоев, складок и даже жилков, подобных птитматическим. Последние очень отчетливо зафиксировались в сводовой части складки, следуя параллельно контакту лейкосомы с палеосомой. Судя по разобщению темноцветных слоев в лейкосоме, в течение процесса образования ее проходили линейные микросмещения.

На протяжении 25-метровой орты в шурфе 340 глубиной 18 м зарисована восточная стенка с особо сложным строением покровных пород (см. рис. 128, 1 и детали А и Б). Судя по положению гранитизированных слоев (1), зарисовка захватывает на протяжении 10,5 м брахискладку, северное крыло которой падает на север, а южное на юг. В осевой части складки слои в вертикальном разрезе представляются пологими. Точное определение направления слоев и секущих даек в условиях узкой орты и рыхлости пород, не представилось возможным, особенно если учесть смещения промежуточных блоков. Слои с ленточной текстурой темноцветных и светлых разностей, гранитизированные до стадии гранитоидов, совершенно подобны тем, что показаны на рисунках 118, 119, 120, и отличаются только дайковыми вертикальными разрывами в перегибах (2, 3, 4). В контактах с дайками в гранитизированных слоях никаких изменений не отмечается, хотя появление даек было значительно позже процесса гранитизации.

Все приведенные примеры образования мигматитов являются частями значительной сплошной толщи мигматизированных в различной степени покровных пород, занимающей промежуток между рудными участками шахт Партизан и Трифоновская. На этом промежутке отсутствуют промышленные рудные жилы. На вопрос, почему не залежились здесь рудные трещины, присутствие которых было бы вполне естественным, может быть предложено следующее объяснение. Промежуточный безрудный участок занят толщей гранитизированных покровных пород, сильно смятых и поэтому вязких по сравнению с хрупким гранитоидом, вмещающим рудные жилы, вследствие чего они неблагоприятны для проявления значительных по ширине разрывных трещин. Однако на возможность присутствия рудных жил глубже под толщей покровных пород, где они должны сменяться нормальным раскристаллизованным плагиогранитом, указывает наличие в толще гранитизированных пород кварцевых микропрожилков с вкраплениями золотосодержащего окисленного арсенопирита.

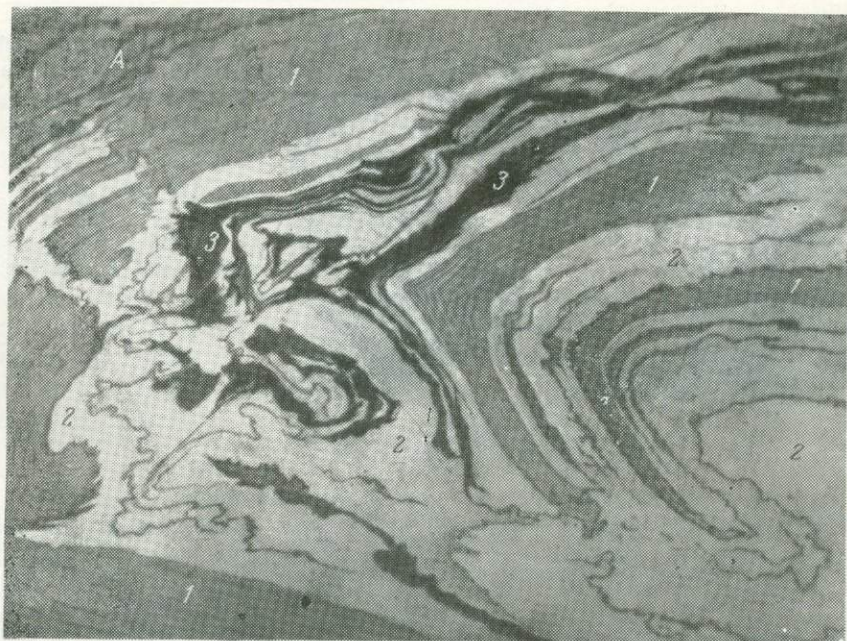
Рис. 121. [Сильно смятые [крутопадающие] слои осадочных покровных пород, превращенные послойно в мигматиты.

1 — компетентные слои лейкосомы, разбитые трещинами; 2 — некомпетентные слои меланосомы, обтекающие предыдущие. Квершлаг на горизонте 100 м Новой Трифононской шахты. Южная Ново-Троицкая рудная площадь



Рис. 122. Сильно смятая лежачая складка покровных пород, имеющая сложную складчатую текстуру, подвергавшаяся мигматизации в течение нескольких стадий

A — первичная сланцевая порода; 1 — палеосома; 2 — лейкосома; 3 — биотит-роговообманковые прослои в лейкосоме. Забой орта в разведочной дудке 340 на глубине 18 м между шахтами Партизан и Трифононская. Южная Ново-Троицкая рудная площадь



Ксенолиты. Если в предыдущих случаях гранитизирован значительный массив покровных пород, превратившихся в мигматиты, то подобный же процесс всецело превратил смежные участки в гранитоиды, среди которых сохранились останцы в виде ксенолитов, в различной степени мигматизированных циркулировавшими сквозьмагматическими растворами.

Ксенолиты в разведочных канавах встречались довольно часто и некоторые из них задокументированы (рис. 123). Первичный состав их сильно изменен и они по существу представляют собой вторую стадию мигматизации — неосому, тогда как ксенолит, встреченный среди плагногранита на северной рудной площади, представляет палеосому, т. е. породу, первичный состав и текстура которой может быть определены (см. рис. 108).

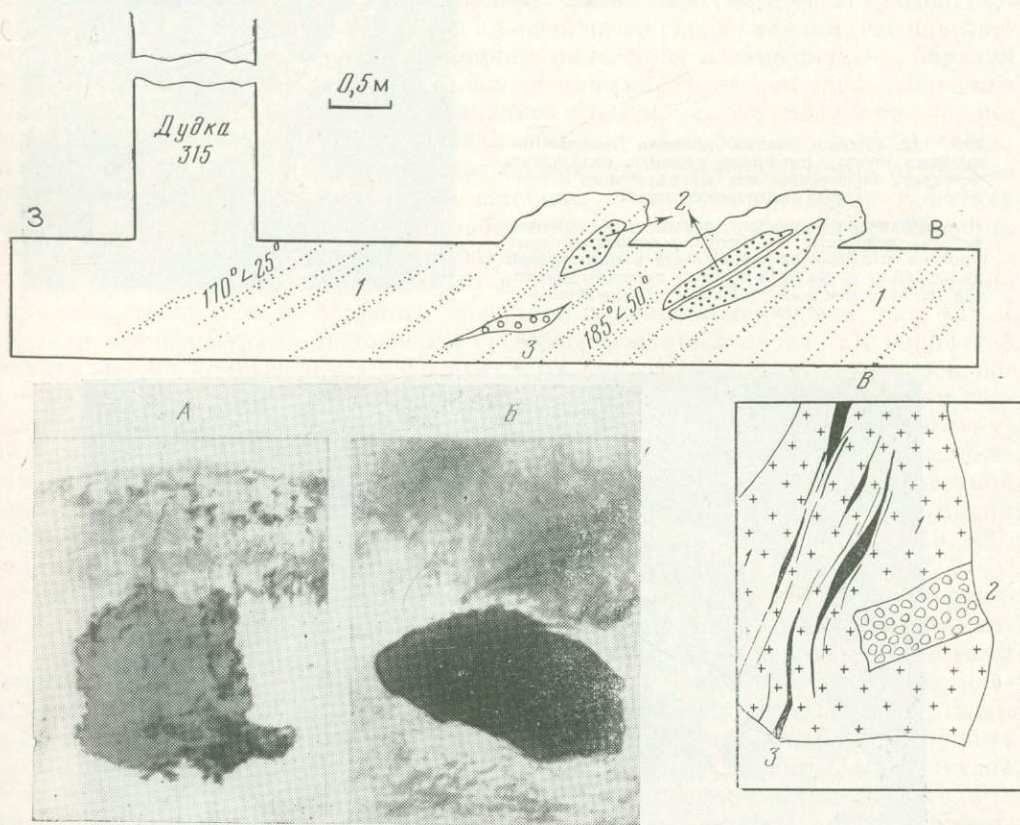


Рис. 123. Ксенолиты покровных пород в гранитоиде.

1 — аплитовидный гранит с полосками биотита в наклонно слоистой текстуре включает ксенолиты биотит-хлоритового состава (2) и ксенолит с порфиroidным биотитом (3). Орта в дудке 315 на глубине 10 м по линии Трифионовского сместителя в 670 м к югу от Трифионовской шахты.

А — ксенолит покровной породы в гранитоиде, сильно метаморфизованный, хлорит-кварц-биотитового состава, корродированный с поверхности. Канава 114 в северной части рудной площади. Б — ксенолит покровной породы зеленовато-серого цвета, хлорит-кварцевый состав, эластичный на ощупь. Пикет 12 водопроводной канавы. В — штупф из расланцованной зоны рудной жилы Толстых: 1 — плагногранит; 2 — ксенолит покровной породы с порфиroidными выделениями биотита; 3 — прослои арсенопирита. Ново-Троицкая рудная площадь

Ортой на глубине 10 м в дудке 315 в 650 м южнее шахты Трифоновской был вскрыт слоистый аплитовидный гранитоид с наклонной слоистой текстурой, включающей согласно идущие тонкие прослои биотита (см. рис. 123). В отдельных слоях согласно включены продолговатой формы ксенолиты биотит-хлоритового состава (2) и ксенолит с порфиридовидным включением биотита (3). Совершенно очевидно, что ксенолиты перемещались в стадию текучести гранитоида.

На том же рисунке представлены три ксенолита покровных пород. Ксенолит (А) был встречен в северной части рудного поля в плагиограните. В состав его входит хлорит, кварц и биотит, причем, судя по зазубренной поверхности, он корродирован, и не был до конца гранитизирован. Другой ксенолит покровной породы (Б), зеленовато-серого цвета и хлорит-кварцевого состава, жирный на ощупь, находился в плагиограните. Сглаженная поверхность указывает на то, что он находился в движении. Третий ксенолит покровной породы (В) находился в рассланцованной околожилльной зоне жилы Толстых, расположенной севернее Трифоновской жилы. Имея прямоугольное линейное ограничение, он представляет собой как бы осколок пласта, состоящего из мелкозернистого кварца, плагиоклаза и порфировых выделений биотита.

Поскольку образование гранитоидов на Ново-Троицкой рудной площади путем магматического замещения покровных пород является бесспорным, нет никакого сомнения в том, что этот процесс является общим не только для Пластовского основного рудного поля и других участков оруденения, но и для всего Кочкарского гранитоидного массива. Гранитизирующие сквозьмагматические растворы, поднимавшиеся из глубинного магматического очага, постепенно проникали в породы, следуя иногда сложными путями и производя магматическое замещение, происходившее селективно и неравномерно, в зависимости от первичного свойства их: строения, состава, степени проницаемости.

Гранитизация покровных пород в Пластовском рудном поле завершилась полностью, оставив следы в виде блоков и полос гранитоидов, различающихся по строению, составу и текстуре. Останцы мало измененных покровных пород зарегистрированы здесь только в двух случаях: 1) в водопроводной канаве был встречен ксенолит зеленокаменного облика с плейчатой текстурой (см. рис. 108); 2) глубокой скважиной, судя по керну, была подсечена мигматизированная глыба континентальной породы плейчатого строения (рис. 124).

Однако приведенная концепция образования гранитоидного массива более убедительно подтверждается описанными примерами гранитизации и мигматизации покровных пород на Ново-Троицкой рудной площади, где присутствует неэродированная толща покровных пород и нередко встречаются ксенолиты их, а также наблюдаются производные гранитоиды складчатого и полосчатого строения.

В общем процесс гранитизации на всем протяжении Кочкарского массива, включая последнюю стадию его — гранитоиды, протекал при высокой температуре, пройдя стадии подвижного расплава и вязкости. Остывание проходило, очевидно, неравномерно, о чем свидетельствует сложное блоковое распределение и варьирующая пространственная ориентировка трещин отдельности, описанных выше, как известно проявляющихся обычно при остывании гранитных массивов.

Д а й к и. На Пластовском рудном поле в шахтных проходках дайки встречались сравнительно редко, тогда как на Ново-Троицкой рудной площади,



Рис. 124. Керн мигматизированной покровной породы плейчато-го сложения, встреченной глубокой скважиной на Пластовской площади рудного поля

ся: на восточной стороне поселка в канаве 145 группа даек расходуется в виде веера с азимутами от северо-западного до северо-восточного. В восточном конце этой канавы серия даек, образующая веер, расположена в 350—380 м южнее Зеленой жилы и несомненно проходит на север, так как две из них залегают совместно с западным и восточным сместителями Зеленой жилы. Более детально этот структурный случай приводится ниже при описании Зеленой жилы. По северной окраине поселка в водопроводной канаве дайки имеют примерно субмеридиональное простирание, на участке покровных пород между шахтами Партизан и Трифионовская дайки с небольшим отклонением широтного простирания. Из числа нескольких десятков зарегистрированных даек ниже приводятся только те, которые привлекли особое внимание и были удобны для фотодокументации.

Мощность даек колеблется в пределах 1 м, а по составу согласуются с определениями, данными при описании Пластовского рудного поля.

Вероятно, немалое количество даек, вскрытых канавами на промежуточных безрудных участках, доходят до рудных жил, окружающих дайковое поле, и имеют с ними скрещения или совместное залегание в одном и том же разломе. Эти явления в шахтных дореволюционных проходках остались не отмеченными, за исключением некоторых описываемых ниже случаев.

Дайки в канавах показаны короткими отрезками, но если бы они были прослежены по простиранию, несомненно, была бы установлена сложная ситуация в пределах всего дайкового поля (слияния, пересечения, узлы и т. п.), что дало бы возможность выяснить их относительный возраст, морфологические особенности, разнообразие в составе и, конечно, структурную связь с рудными жилами. В общем это представило бы редкий случай выполнить рекомендации и задачи, которые ставит в своей фундаментальной работе в порядке дайковой проблемы Х. М. Абдуллаев (1957). Он убедительно доказывает значение изучения взаимоотношений различных типов даек и рудопроявлений с конечной целью возможно исчерпывающего выяснения общего их генезиса, связанного с различными по масштабу, возрасту и составу интрузивными телами. Однако момент для таких исследований был упущен, и настоящим очерком делается попытка в какой-то мере зафиксировать и сохранить от забвения те немногие наблюдения о дайках Ново-Троицкой рудной площади как части общего Качарского рудного поля.

Это необходимо сделать еще и потому, что возобновление каких-либо

как показали разведочные канавы различных направлений, их встречено большое количество, иногда группами, причем различного направления (см. рис. 129).

Дайки пересекают как гранитоид, так и покровные породы, имея преимущественно вертикальное или близкое к нему падение. Простирание их на отдельных участках резко отличается

вскрышных исследовательских работ едва ли возможно в настоящее время, так как площадь, бывшая когда-то целинной, почти полностью исчезла вследствие расширения границ застройки, занимающей значительную площадь общего Кочкарского рудного поля. К тому же участки, еще не застроенные в границах Ново-Троицкой рудной площади, заняты отвалами шахтных пород и эфелями.

Большинство разломов, занятых дайками, типично разрывного характера без признаков движений стенок, о чем свидетельствуют угловатые очертания боков даек без каких-либо признаков изменений вмещающих пород в контактах. Такими представляются две соседние дайки, состоящие из альбита, кварца и биотита (альбитофир?) (рис. 125). Однако вследствие угловатой криволинейности разломов, как будет показано далее, на некоторых участках стенки их получили смятие и даже смещение, что явилось следствием блоковых смещений гранитизированных пород неоднородного состава в процессе широтного сжатия.

При описании мигматитов использована зарисовка (см. рис. 119, А), фиксирующая фельзитовую зеленоватого цвета дайку (4), занявшую мобильный разлом ($110^\circ \angle 65^\circ$) в пологой складке мигматизированных пород. В обоих контактах ее вмещающие породы рассланцованы, и это не затруднило проникновение по ним рудоносных растворов, отложивших прожилки кварца, минерализованного золотоносным арсенопиритом. Эти прожилки в том же разломе широтного простирания прослежены на протяжении 40 м. Такая непосредственная близость оруденения с дайковой породой предусматривается

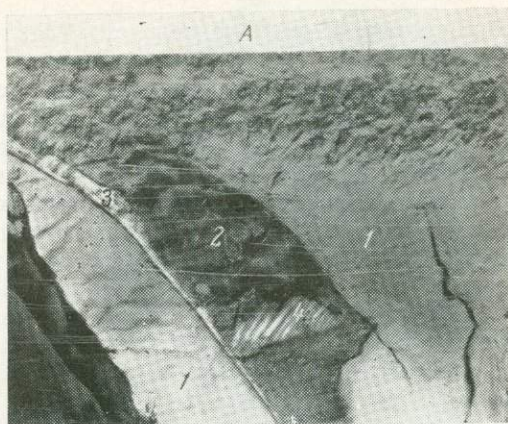


Рис. 125. Две соседние дайки, близкие по составу: А — дайка сильно выветрелой породы (2), залегающая в плагииграните ($330^\circ \angle 70^\circ-85^\circ$), с прожилками кварца-резуна в лежачем боку (3). В контакте плагиигранит (1) окрашен в розовый цвет. В центре дайки обнажена плоскость скольжения (4). Канавка 124. Б — дайка сильно выветрелой породы, красновато-бурого цвета биотит-кварцевой состава с порфирами выделениями призматической формы (альбитофир?) ($70^\circ \angle 75^\circ-90^\circ$). Ствол старой Васильевской шахты. Обе дайки расположены близ Трифонового сместителя с западной его стороны. Ново-Троицкая рудная площадь

концепцией Н. И. Бородаевского (1949 г.) о материнской связи наиболее молодой фельзитовой интрузии с оруденением Кочкарского рудного поля. Под микроскопом микрокристаллическая порода состоит из мусковита, кварца и биотита. Мусковит в таблитчатых или неправильных чешуйках преобладает. Часто чешуйки его очень деформированы и по трещинам спайности загрязнены пылевидным рудным минералом и глинистым материалом. Мусковит бесцветен, угасание его прямое, в деформированных чешуйках оно волнистое. Местами наблюдаются остаточные мелкие чешуйки биотита и совершенно отчетливые переходы биотита в мусковит. Кварц присутствует в подчиненных количествах в виде мелких неправильных зерен среди чешуек мусковита.

Общее с описанной дайкой имеет дайка темно-зеленоватого цвета, встреченная с лежачей стороны Зеленой жилы на горизонте 110 м, сильно смятая в плейчатые складки в перегибе разлома с брекчированием слоистых включений белого кварца. В последующем она была минерализована халькопиритом, окисленным до самородной меди (рис. 126).

Мобильными разломами, в которых залежились дайки, представляются западный и восточный дорудные сместители той же Зеленой жилы (см. рис. 133, 134). В первом залежилась дайка ($340^\circ \angle 55^\circ$) мощностью в 1,25 м, рассланцованная в висячем боку. Во втором смятая дайка ($42^\circ \angle 90^\circ$) мощностью в 1 м занимает лежачий бок рассланцованного гранитоида мощностью около 2 м. И в том и в другом пункте рудная жила делает загиб без брекчирования вниз в рассланцованной части разломов, согласно движению вверх клина, вырезанного сместителями.

Особенно сложны по форме дайки, занявшие разломы в сильно деформированных покровных породах. Две дайки, одна из которых сечет другую, были вскрыты на глубине 6—10 м при углубке Новой Трифоновской шахты (рис. 127, А, Б). Более ранняя дайка (А, 2) красно-бурого цвета кварц-биотитового состава с ксенолитом вмещающего аплитовидного гранитоида (а) сечется на глубине 6 м более поздней дайкой зеленовато-серого цвета (3) диабазового облика. Глубже (Б), на 10-м метре углубки шахты, при обнажении стенкой шахты более ранней дайки произошел обвал по плоскости скольжения (2), вскрывший контакт с вмещающим аплитовидным гранитоидом.

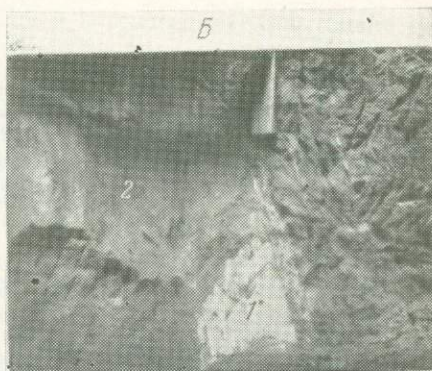
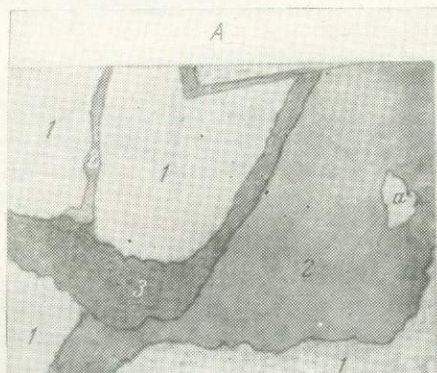
Несколько сближенных разломов, занятых дайками, были вскрыты ортой в шурфе 340 на глубине 18 м. Разломы секут в центре пологую брахиантиклинальную складку, сложенную слоями покровных пород, гранитизированных до стадии гранитоидов (рис. 128, 1 с деталями А и Б). Дайка альбитофира мощностью в 2 м сечет складку в центре без признаков каких-либо изменений вмещающей породы (2'). Другая такого же состава, но маломощная дайка (2) заполнила разлом в левом крыле складки, рядом с отслоем сильно смятой боковой породы с включениями прожилков стекловатого кварца (3). Особенно интересен разлом дайки (4), показанный в деталях (Б). Ширина его 3 м, он рассекает перегиб правого крыла складки гранитизированных слоистых пород и сопровождался сильным трением стенок, в результате чего заполнился перетертой массой вмещающих пород, а может быть, и материалом самой дайки. Определить это было очень трудно, так как заполнившая разлом масса была сильно перетерта и приобрела мелкоплейчатую текстуру. Относительная подвижка стенок разлома была очень значительна, так как маркирующий прослой пегматоидной жилы (5) в левой стенке в контурах рисунка отсутствует в правой. Бесспорной

Рис. 126. Дайка основного состава темно-зеленого цвета, колеччатой формы, сильно смятая в плосчатые складки, с включениями брекчии белого кварца и в последующем минерализованная халькопиритом и самородной медью. Квершлаговая зарезка в лежачем боку Зеленой жилы на горизонте 110 м. Ново-Троицкая рудная площадь



Рис. 127. Пересечение двух даек различного возраста и состава при углубке Новой Трифоносовой шахты.

А — дайка более раннего возраста (2) красно-бурого цвета, биотит-кварцевого состава с ксенолитом вмещающего аплитовидного гранитоида (1) сечется более поздней дайкой зеленовато-бурого цвета (3) диабазового облика. Глубина 6 м. Б — глубже при вскрыше дайки (2) произошел обвал по плоскости скольжения, обнаживший контакт с вмещающим аплитовидным гранитом (1). Западная стенка Новой Трифоносовой шахты на глубине 6 и 10 м. Ново-Троицкая рудная площадь



представляется повторная подвижка в разломе, на что указывает присутствие меланократовой породы интенсивно черного цвета, как бы зацементированной полостью, образовавшуюся при подвижке с правой стороны разлома (6). Остается неясным, была ли это порода инъецированной дайки или катакластическая, очень похожая на псевдотахилит, описанный Шендом (петрографический словарь Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, 1963 г.). По составу она подходит под такое определение (магнетит, роговая обманка, биотит, микролиты полевого шпата), но подобная же порода известна в виде дайки, зафиксированной в стенке ствола Красной шахты (см. рис. 112).

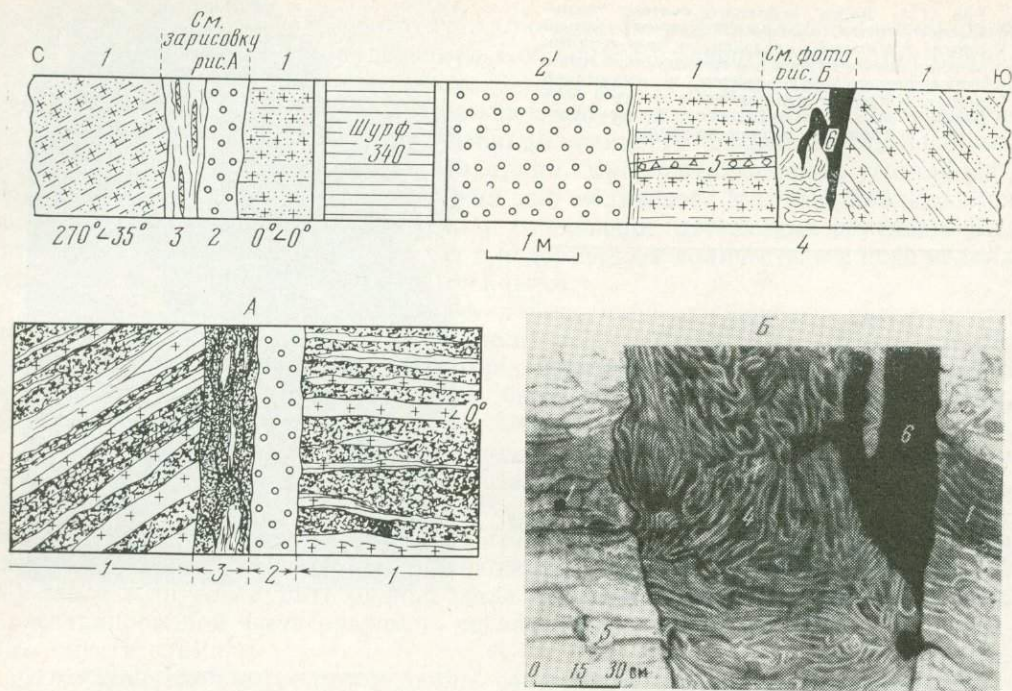


Рис. 128. Сложное строение антиклинальной брахиклиды гранитизированных слоистых покровных пород, расесенной вертикальными дайками.

1 — слои гранитизированные до стадии гранитоидов; 2' — мощная дайка альбитофира в центре складки; 2 — такого же состава дайка, заложившаяся в разломе рядом с сильно смятым отслоем боковой породы (3); 4 — разлом, заполненный перетертой боковой породой пloyчатого сложения; 5 — пегматоидная жила; 6 — порода интенсивного черного цвета, заполнившая полость при повторной подвижке стенок разлома. Орт на глубине 18 м в шурфе 340 в 750 м на северо-восток от Трифионовской шахты. Ново-Троицкая рудная площадь

В общей сложности по всей рудной площади зафиксировано более 50 даек, в действительности же их гораздо больше, все они преимущественно сосредоточены и секут гранитоиды, образовавшиеся, как указано выше, путем гранитизации и мигматизации покровных пород. Как только гранитоиды начинают сменяться более устойчивым составом скальной крепости, дайки исчезают. Особенно наглядно это проявляется в северной и восточной окраинах Ново-Троицкого поселка.

Самой последней из всех зарегистрированных даек была фельзит-порфировая, своим направлением совпадающая с восточным сместителем ($42^\circ \angle 87^\circ - 90^\circ$) Зеленой жилы и относимая Н. И. Бородаевским (1949 г.) к самой молодой интрузии, наиболее близко генетически связанной с оруденением.

Сведения, собранные в основном о дайках Ново-Троицкой рудной площади, позволяют кратко охарактеризовать следующие генетические особенности их:

1. Дайки занимают маломощные разломы различных направлений, образовавшиеся тем же путем, что и на Пластовской площади, создав концентрированное дайковое поле (см. рис. 129).

2. По составу они различны и определяются в широких пределах кислотности или основности, резко отличаясь от материнской глубинной породы, и поэтому могут быть отнесены к типу диасхистовых.

3. По отношению к вмещающей породе они являются интрамагматическими батолитового этапа, как известно, почти всегда богатого дайкообразованием.

4. Мобильность значительного числа занимаемых ими разломов, неоднократно приоткрывавшихся и заполнявшихся дайками различного состава, иногда взаимно пересекающимися, свидетельствует о длительности существования некоторых разрывных структур, использованных дайковыми расплавами. Корнями они, вероятно, связаны со средними структурными ярусами магматического бассейна. По мнению Х. М. Абдуллаева, дайки, по всей вероятности, представляют собой продукт дифференциации магмы на средних ярусах за счет переплавления гранитного слоя.

5. При движении расплава даек вверх по некоторым разломам состав их мог изменяться путем ассимиляционного процесса, что вполне естественно для более высоких горизонтов, где покровные породы не были равномерно гранитизированы и участками сохраняли в какой-то степени первичный разнообразный состав.

6. В постмагматическую фазу уже затвердевшие дайки подвергались сжатию, что отразилось в образовании параллельной слоистой текстуры, а в некоторых из них, подвергавшихся динамометаморфизму порфиroidной текстуры с отложением биотита и прослоев стекловатого кварца дорудного возраста.

7. Движения по разломам продолжались и в рудную стадию, после того как дайки полностью консолидировались, что приводило к сильнейшему смятию как стенок, так и самих даек и в некоторых случаях к рудной минерализации их или к обособленному отложению рудных жил.

Публикуя изложенные наблюдения о дайках Кочкарского рудного поля, автор надеется, что они не только будут учтены, но и дополнены новыми наблюдениями, что должно послужить более широкому освещению происхождения Кочкарского гранитоидного массива и связанного с ним оруденения.

3. Групповое расположение рудных жил

Ново-Троицкая рудная площадь по структурным условиям заложения рудных жил и их минерализации значительно отличается от северного Пластовского рудного поля. Если там веерообразно плотно сближенные рудные жилы в основном кварц-золото-пиритовой формации имеют выдержанное широтное и субширотное простирание, то здесь они, имея в некоторых случаях сульфидную минерализацию, в общем относятся к кварц-золото-арсенопиритовой формации и представляют четыре обособленных участка с характерными для каждого из них условиями в залегании, минерализации и промышленной продуктивности.

Наименование участков определяется присутствием основной рудной жилы или действующих шахт, описание их основывается на личных наблюдениях и геометрических построениях, из числа которых для настоящего очерка использованы главным образом геолого-структурные этапы трещинной тектоники. Основой для этого послужили маркшейдерские сопряженные погоризонтные

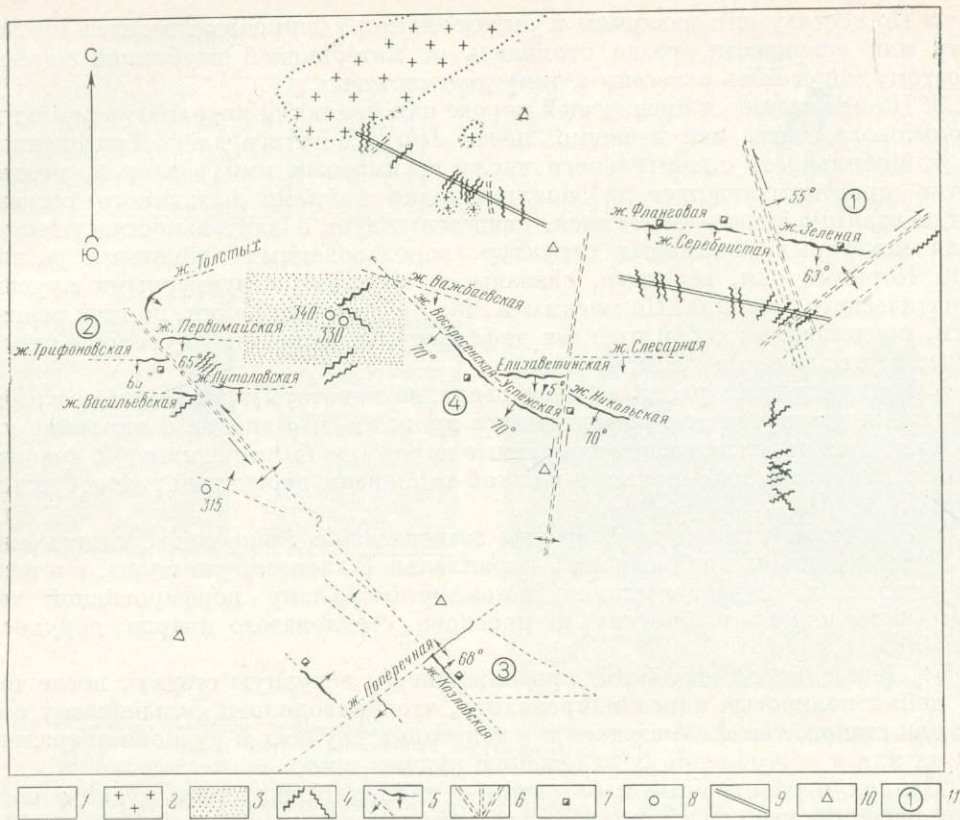


Рис. 129. Геолого-структурная карта Ново-Троицкой рудной площади. По А. П. Смолину.

1 — выветрелые разновидности гранитоида (гранитизированные покровные породы); 2 — гранитоид скальной крепости; 3 — мигматиты верхней зоны гранитизации покровных пород; 4 — дайки с криволинейными ограничениями, вскрытые канавами; 5 — рудные жилы; 6 — сместители трех направлений — СЗ, СВ, СЮ; 7 — шахты; 8 — разведочные дудки; 9 — разведочные канавы; 10 — опорные реперы; 11 — номера рудных участков: Зеленой жилы (1); Трифионовской жилы (2); шахт Партизан и Октябрьской (4); Козловской жилы (3)

планы, составлявшиеся совместно с маркшейдерским отделом рудника и получившие затем отражение на обзорной карте (рис. 129).

По характеру строения и стадий минерального заполнения рудоносные трещины Ново-Троицкой площади вполне аналогичны пластовским. Здесь они также неоднократно испытывали подвижки, вызывавшие изменение мощности, чередование удлиненных и коротких, часто кулисообразных выклинивающихся рудных линз, сопровождаемых метасоматитами-табашками того же состава.

Табашки, сопровождающие рудные жилы, значительно отличаются от табашек многочисленных даек и весьма разнообразны. В состав их входят плагиоклаз, биотит, актинолит и эпидот. Автор склонен рассматривать их и для этой рудной площади как динамометаморфизованные подвергавшиеся метасоматическим процессам вмещающие гранитоиды, образовавшиеся, как уже

выяснено, за счет гранитизированных покровных пород. Такого происхождения метасоматиты, сопровождающие рудные жилы, при относительном движении извилистых стенок первичных трещин сминались участками неравномерно, что и породило образование чередующихся линз с полосчатой и порфировой текстурой, обычно переслаивающихся с рудными линзами, занявшими появившиеся полости при возобновлявшихся подвижках. Что же касается присутствия главного компонента — биотита в обеих текстурных разновидностях, то отложение его, по-видимому, происходило путем метасоматоза, подобно тому, как это было в описанных выше мигматитах.

1. Участок Зеленой жилы. Главная жила этого участка Зеленая, расположенная в северо-восточном углу рудной площади, простирается в широтном направлении с углом падения в 65° на юг (см. рис. 129). На поверхности она прослежена на протяжении около 400 м; на горизонте 109 м между двумя ограничивающими ее сместителями она разрабатывалась на протяжении 350 м. На западе к ней примыкает того же широтного направления, но в несколько сдвинутой на север плоскости, жила Фланговая, за которой далее на запад следует жила Серебристая.

Жила Зеленая резко выделяется среди других не только по Ново-Троицкой площади, но и по всему Кочкарскому рудному полю сложными структурными условиями, в которых она формировалась.

Основной причиной проявления на этом участке сложной трещинной тектоники является строение и состав вмещающего субстрата антиклинория,

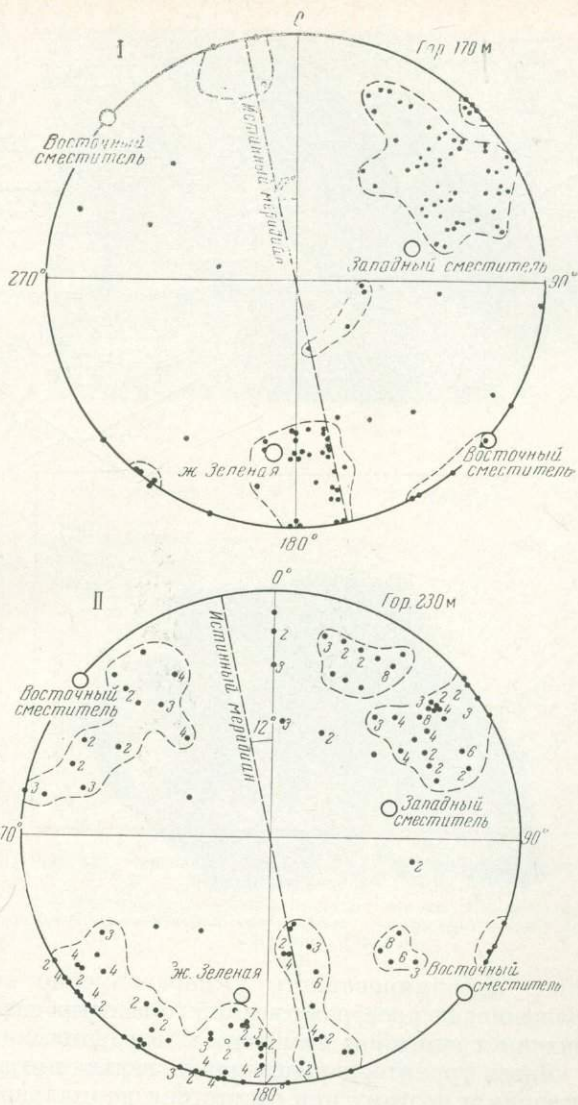


Рис. 130. Диаграммы трещин отдельности гранитоида на горизонтах 170 м (I) и 230 м (II) шахты жилы Зеленой. Ново-Троицкая площадь

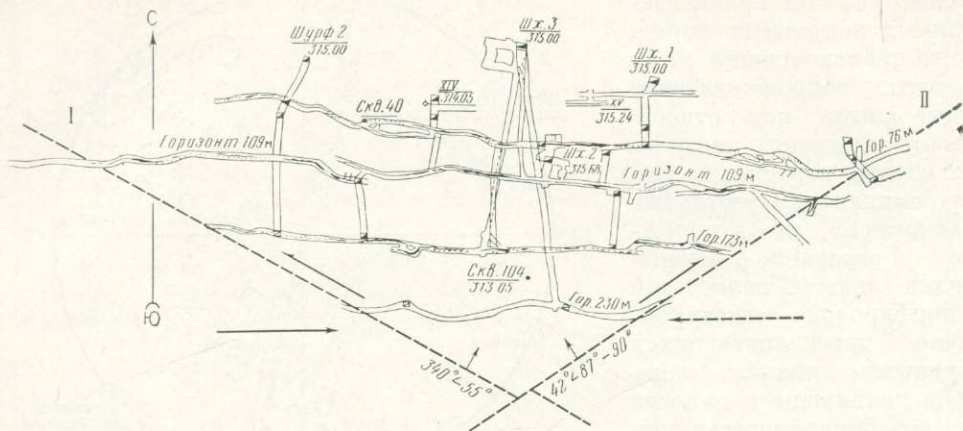


Рис. 131. Сопряженный погоризонтный план Зеленой жилы, ограниченной с обоих концов скреживающимися сместителями дорудного возраста, по которым рудный клин, в результате широтного сжатия выжат вверх (детали скрежений жилы со сместителями на горизонте 109 м см. на рис. 133 и 134).

I — западный сместитель; II — восточный сместитель. Ново-Троицкая площадь

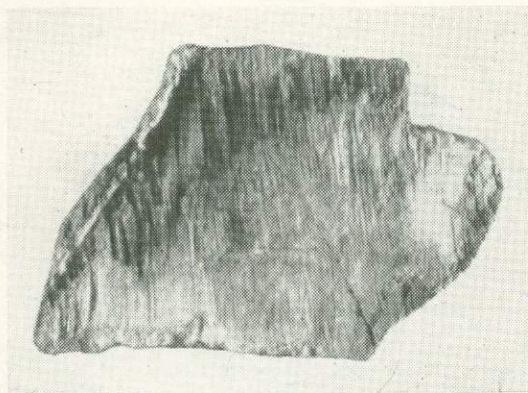


Рис. 132. Висячий бок Зеленой жилы с бороздами скольжения дорудного возраста по падению жилы. Борозды цементируются тонкими кристаллами турмалина, ориентированными вдоль штрихов скольжения. Горизонт 115 м, в 55 м на восток от шахты. Ново-Троицкая площадь

сильно деформированного и неравномерно гранитизированного, что нашло отражение в пространственной ориентировке трещин отдельности, появившихся в гранитоиде после его затвердения.

Здесь гранитоид унаследовал первичные элементы залегания пород антиклинория и поэтому при отсутствии нормальной сплошной монолитности в нем трещины отдельности различной пространственной ориентировки распределяются группами, что подтверждается размерами их.

Замеры трещин отдельности были проведены в шахтных квершлагах на двух горизонтах 170 и 230 м (рис. 130). Судя по диаграммам, плотная группировка трещин отдельности, идущая в СЗ — ЮВ направлении с крутыми и вертикальными углами падения на северо-восток и юго-запад, включает западный сместитель и рудную жилу. Другая, менее значительная группа трещин отдельности северо-восточного и юго-западного простирания с менее крутым падением на северо-запад и юго-восток, включает восточный сместитель. На менее глубоком горизонте 170 м замерена группа пологих трещин отдельности, отража-

ющая элементы залегания гранитизированных покровных пород. На восток от участка Зеленой жилы по линии ее простирания гранитоид постепенно приобретает нормально зернистое строение скальной крестости, что и определяет отсутствие в нем рудоносных трещин, аналогично участку между Пластовской и Ново-Троицкой площадями.

Основными дизъюнктивными нарушениями являются два глубоких разлома-сместителя, ограничивающих рудную жилу в обоих концах: восточном ($42^\circ \angle 87-90^\circ$) и западном ($340^\circ \angle 55^\circ$). Имея встречное падение, разломы с глубиной сокращают простирание жилы, образуя конус, обращенный вершиной вниз (рис. 131). По обоим разломам неоднократно проходили подвижки под воздействием широтного сжатия, в результате чего конус выжимался вверх по типу горста, что вызвало появление между ними широтной трещины и вертикальное перемещение стенок ее. Неоднократно возобновлявшиеся подвижки по ней сделали ее доступной для рудоносных гидротермальных растворов нескольких фаз. Это подтверждается наличием в отслоях породы вертикальных зеркал скольжения и борозд, в которых согласно отложились лучистые иглы пневматолитового черного турмалина — шерла (рис. 132).

Возраст разломов-сместителей определяется как додайковый, поскольку оба они включают дайки. Западный разлом проходит в зоне грубого неравномерного разлистования с отдельными подвижными швами, несущими штрихи скольжения с углами падения от 15 до 60° на северо-запад. Внедрившаяся дайка сильно смята в висячем боку, что указывает на подвижки в разломе после появления ее. Рудная жила (4) своим концом в виде загиба вниз без брекчирования входит в смятую висячую (3) часть дайки (рис. 133).

В плане западнее сместителя с неравными промежутками идет серия параллельных трещин, определяющих широкую мобильную зону между Зеленой жилой и соседней Фланговой (см. рис. 129).

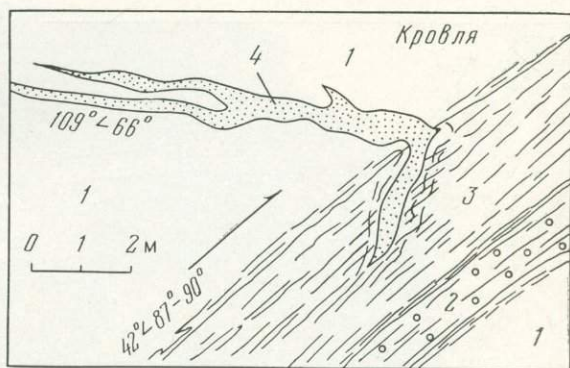


Рис. 133. Скрещение Зеленой жилы с западным сместителем на горизонте 109 м.

1 — гранитоид; 2 — дайка жильной породы; 3 — рассланцованная и оглиненная часть дайки; 4 — рудная жила. Ново-Троицкая площадь

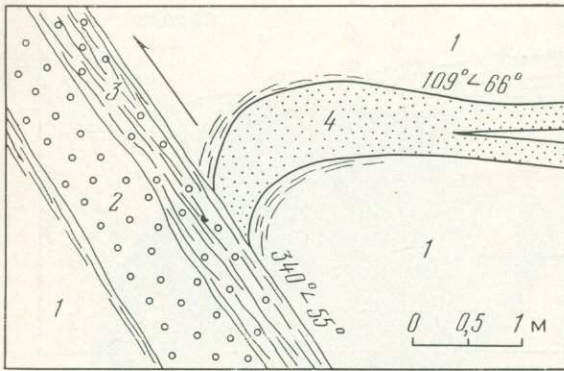
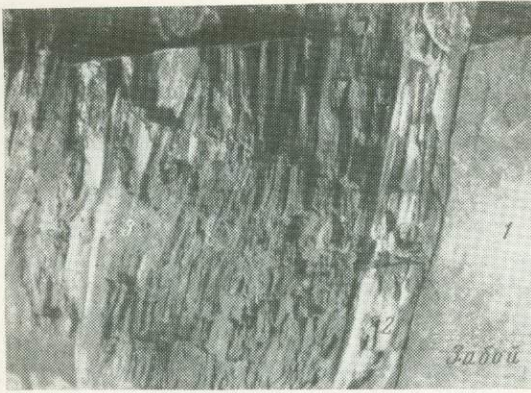


Рис. 134. Скрещенье Зеленой жилы с восточным сместителем дорудного возраста на горизонте 109 м.
 1 — гранитоид; 2 — дайка смятой жильной породы;
 3 — рассланцованный плитчатый гранитоид; 4 — рудная жила. Ново-Троицкая площадь

Разлом-сместитель восточного крыла жилы на горизонте 109 м представлен сильно рассланцованной зоной гранитоида мощностью более 3 м, лежащая сторона которой занята смятой дайкой. Рудная жила своим концом в виде небрекчированного загиба, подобно загибу западного конца, входит в висячий бок разлистованной зоны (рис. 134). На горизонте 170 м разлом выражен двумя швами мощностью в 10 и 1 см с промежутками в 0,5 м.

Следы восточного разлома-сместителя прослеживаются по направлению его на юго-запад, где они совпадают с дайками, вскрытыми канавой, а далее на юго-запад с направлением Поперечной жилы, являющейся сместителем Козловской жилы. В северо-восточном направлении разлом фиксируется фальзитовой дайкой, сильно брекчированной с кварцевым цементом и переходящей далее на северо-восток в безрудную кварцевую жилу варьирующей мощности среди рассланцованной зоны (см. рис. 129).

Из приведенных наблюдений структуры участка следует, что он включает сложную систему разновозрастных трещинных нарушений, среди которых основными были оба разлома-сместителя, выполнявшие роль типичных рудоконтролирующих факторов во времени и в пространстве. Только в такой обстановке мог проявиться редко наблюдаемый случай рудного конусообразного горста, особенно убедительно подтверждаемого при сопоставлении задокументированных деталей формы его (см. рис. 133, 134). Устанавливая такую трактовку, автор высказывал мнение, что рудный конус типа горста глубже скрещеня ограничивающих его разломов может сменяться подобным же рудным конусом, обращенным вершиной вверх, а в зоне скрещеня следует ожидать усиленного трещинообразования и в связи с этим изменения форм оруденения, что сейчас подтверждается.

Подобное сочетание сколовых скрещивающихся трещин иллюстрируется в структурной геологии (Л. У. Ситтер, 1960 г.), но с возможностью оруденения непосредственно в самих трещинах, а не в промежуточных конусах.

Рис. 135. Кварц-кальцит-турмалиновая жила ($130^\circ \angle 15^\circ$), в которой безрудный белый кварц подвижками разбит на плитки и затем зацементирован агрегатом лучистого черного турмалина (1). Жила сечет смятую зону (2), микрожилкованную тем же кварцем, но сама сечется зоной (3), минерализованной вкраплениями арсенопирита и пирита, сливающейся с зоной основной Зеленой жилы (3 и 3'). Шахта Зеленая, горизонт 230 м. Ново-Троицкая площадь

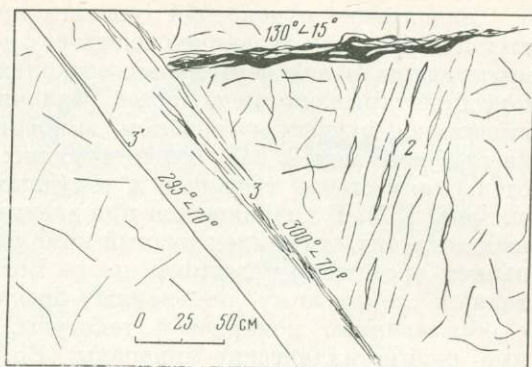
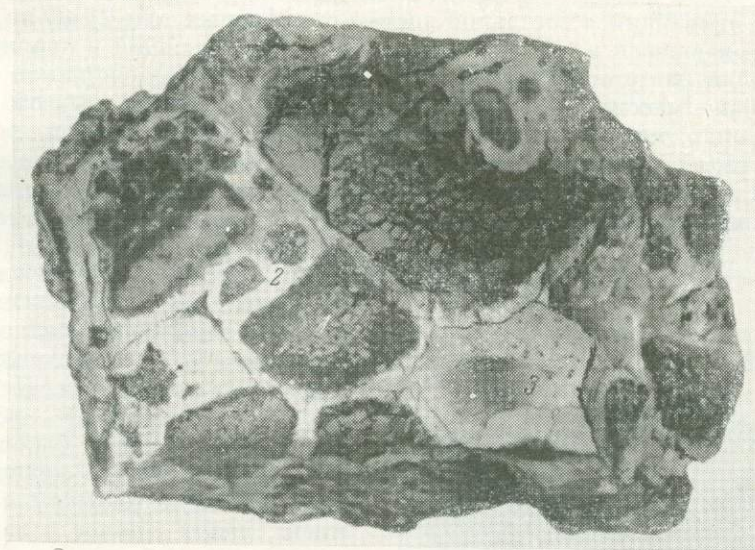


Рис. 136. Кокардовая текстура жилы, образовавшаяся в результате послерудного движения в плоскости жилы.

1 — ядра, состоящие из раздробленных сульфидов (преимущественно арсенопирит); 2 — карбонат, окаймляющий ядра; 3 — полупрозрачный кварц, заполняющий промежутки между кокардами. Зеленая жила, горизонт 145 м. Ново-Троицкая площадь



Заполнение рудоносной трещины сильно варьирует и представлено массивными сульфидными скоплениями, кварцевыми телами с вкраплениями сульфидов и слоями боковых пород, импренированными в той или иной степени теми же сульфидами. Список минералов (П. В. Покровский, 1939 г.) включает более 30, входящих в состав жилы и вновь открытых: джемсонит, буланжерит и др. Перечисляем их примерно в порядке выделения: главные рудные минералы — арсенопирит и пирит, за ними следуют сфалерит, халькопирит, золото, гунгарит, тетраэдрит, бурнонит, плагинит, джемсонит, буланжерит, галенит. Все минералы, кроме первых двух, встречаются неравномерно и в подчиненном количестве, но с преобладанием блеклых руд и джемсонита с буланжеритом. Сфалерит особенно явно проявляется на восточном фланге жилы за сместителем.

Заполнение рудоносной трещины происходило под влиянием неоднократных подвижек по ограничивающим ее с востока и запада разломам-сместителям, вызывавших в ней вертикальные скольжения с чередующимися по простиранию приоткрываниями полостей различной мощности, последовательно заполнявшимися рудным материалом, выносившимся гидротермальными растворами из глубокой зоны в следующем порядке: турмалин отложился в самых ранних отслоениях стенок трещин и в дорудных прожилках белого кварца (рис. 135, см. рис. 132). В появившихся при значительном раскрытии трещины линзовидных полостях отложился рудный комплекс золотоносных минералов с преобладанием арсенопирита, пирита и др. Возобновившаяся за этим подвижка привела к локальному появлению брекчированных слоев этого комплекса с образованием кокардовой текстуры. Последними были низкотемпературные полиметаллические минералы (Pb, Zn, Cu) и редкие, упоминавшиеся выше.

Из нерудных минералов основной кварц нескольких генераций: 1) мелкозернистый, являющийся составной частью сульфидных тел; 2) кварц, выполняющий открывавшиеся в них полости, и 3) кварц, входящий в кварц-карбонатные прожилки, сопутствующие сульфидным телам в околожильной зоне. Текстура руд чаще массивная, участками полосчатая и в некоторых обособленных участках кокардовая. Особенно интересна последняя текстура, встреченная в блоке 29 на восток от шахты на горизонте 145 м (рис. 136). Текстура образовалась в результате послерудных подвижек в плоскости жилы. Ядра, состоящие из раздробленных сульфидов (1), преимущественно арсенопирита и блеклой руды, цементируются мергелистым агрегатом (2), на корочках которого встречаются кристаллики карбоната. Промежутки между ядрами, окаймленными карбонатным материалом, заполнены мелкозернистым кварцем (3), в некоторых случаях они остаются пустыми. Наряду с кокардовой текстурой встречаются участки, где смятая боковая порода в результате тех же подвижек получила слоистую текстуру с образованием узких полос, заполненных кальцитом. Образовавшиеся таким образом маломощные кальцитовые линзы местами были прокварцованы, причем пустотки ромбоэдрической формы, оставшиеся от выщелоченного кальцита, были заняты сростками кристаллов меди, образовавшихся путем окисления первичных медистых минералов (рис. 137).

Боковая порода гранитоид в околожильной зоне сильно изменена, но неравномерно, в зависимости от степени смятия околожильной зоны, что находилось в прямой зависимо-

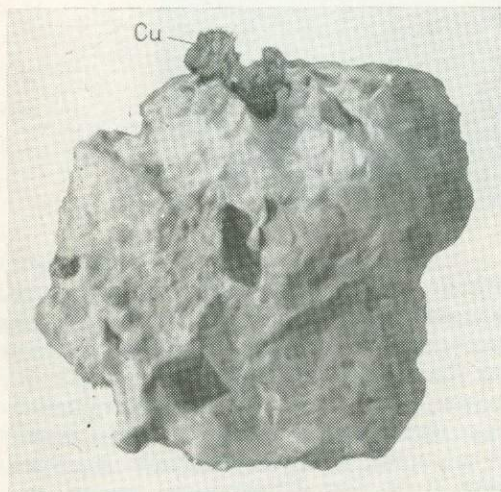


Рис. 137. Штуф кварца с ячейками от выщелоченного карбоната, заполненными полностью или частично сростками кристаллической самородной меди. Зеленая жила, горизонт 140 м. Ново-Троицкая площадь

сти от абриса первичного разлома. Изменение носит характер серицитизации, каолинизации, силификации, хлоритизации и карбонатизации. Все такие участки, отличавшиеся степенью проницаемости, по-разному реагировали на оруденение различных стадий.

К вмещающим породам следует отнести и табашки, сопутствующие рудной жиле в зальбандах и отражающие взаимоотношения с ней аналогично тому, как это указано выше для всех рудных жил на других участках.

Минерализацию зоны окисления, опускающейся в среднем до глубины 50—60 м, а на участках наибольшей трещиноватости и глубже, составляют наиболее распространенные — скородит, лимонит и другие окислы железа. На участках с повышенным присутствием медистых минералов обильны ковеллин, халькозин, медная зелень и синь и чрезвычайно эффектны медистые студенистые натёки ярко-зеленой и синей окраски, отлагавшиеся рудничными водами по трещинам и на стенках выработок.

2. Участок Трифононской жилы. На этом участке в дореволюционный период разрабатывались жилы Первомайская (б. Екатерининская) и Толстых. Несколько южнее их соседние жилы Путоловская и Васильевская как более бедные и маломощные не получили развития (см. рис. 129). По Первомайской жиле работы были возобновлены в 1925 г. и продолжались с перерывом в 1928—1929 гг. до 1937 г., когда жила, начавшаяся на западном конце крутым загибом, выклинилась на горизонте 118 м. Этот загиб считался результатом послерудного смещения. В ту же сторону загиб, но большего радиуса и менее резко выраженный, имела и соседняя, более северная жила Толстых.

При ознакомлении в 1927—1928 гг. с геологией Кочкарского рудного поля автора особенно заинтересовали крючковатые формы Лукошковской и Екатерининской жил. Первая из них описана в труде Н. К. Высоцкого (1900), и хотя им и дана зарисовка загибов жилы (рис. 138), но вызвало недоумение отсутствие сместителей, которые, казалось бы, должны были иметь место в таких случаях. Однако проверить этот случай не представлялось возможным, так как работы по жиле были затоплены.

Доступной для осмотра оказалась жила Екатерининская, по которой работы были возобновлены. Здесь была установлена следующая деталь ее строения: флексурный загиб рудоносной трещины, образовавшийся сопряжением нескольких касательных трещин, заполнен кристаллическим арсенопиритом, Т-образно заходящим без брекчирования в узкую рассланцованную зону сместителя (рис. 139). Это устанавливало возраст сместителя как дорудный, и когда он был вынесен на поверхность, юго-восточное напряжение его (320°

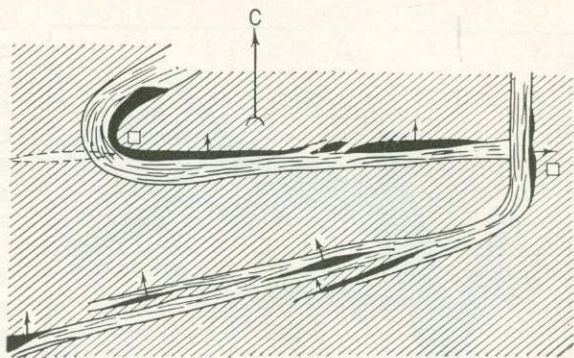


Рис. 138. Флексурные загибы Лукошковской жилы в северной части Кочкарского рудного поля. По Н. К. Высоцкому, 1900

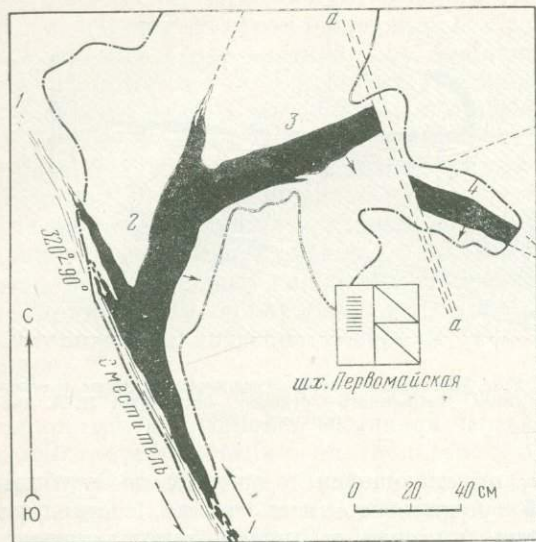


Рис. 139. Флексурный загиб Первомайской рудной жилы, заполнившей дорудные рубцовые трещины (2, 3, 4), вызванные перемещением соприкасающихся блоков по Трифоновскому сместителю дорудного возраста (1). Первомайская шахта (б. Екатерининская), горизонт 98 м. Ново-Троицкая площадь

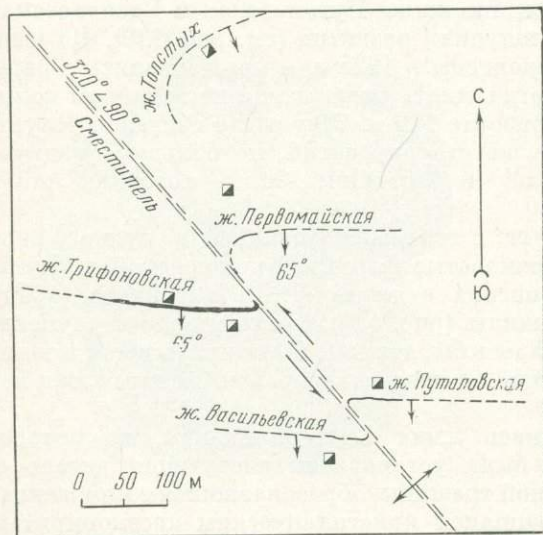


Рис. 140. Взаимное расположение рудных жил Трифоновского участка, сопряженных с общим сместителем. Ново-Троицкая площадь

$\angle 90^\circ$) прошло по точкам, к которым подходили концы жил Трифоновской и Васильевской с западной стороны и жила Путоловская с восточной. Это убеждало в том, что сместитель Первомайской рудной трещины являлся общим для всех четырех (рис. 140).

Наиболее интересным оказался момент, когда местный старатель И. П. Трифонов, знакомивший автора с деталями участка, рассказал историю этой жилы, названной его именем. В промежутке между Екатерининской и Путоловской жилами велась разведка на эту жилу (Трифоновскую), оказавшуюся бедной и представлявшуюся в виде линзочек белого безрудного кварца. Только в конце жилы была встречена короткая «россыпь», которую он выработал шурфом до глубины 6—7 м. На вопросы, в каком направлении протягивалась россыпь, не была ли она охристой и без шлихов и, наконец, не встречался ли колчедан, были получены ответы, подтверждавшие уже появившуюся догадку. Оказалось, что «россыпь» лежит на линии сместителя, имея то же направление, и состоит из охристой «бужги» без шлихов, которую приходилось растирать с ртутью, и что был встречен колчедан в виде обохренной сверху глыбы. Эта глыба, разбитая пополам и пахнувшая при ударах чесноком, была оставлена И. П. Трифоновым в шурфе. Он восстановил шурф и доставил в контору эту глыбу арсенисприта с толстой коркой лимонита и скородита. Все эти факты убеждали в том, что к сместителю с запада подходит очень короткое рудное тело, которое было

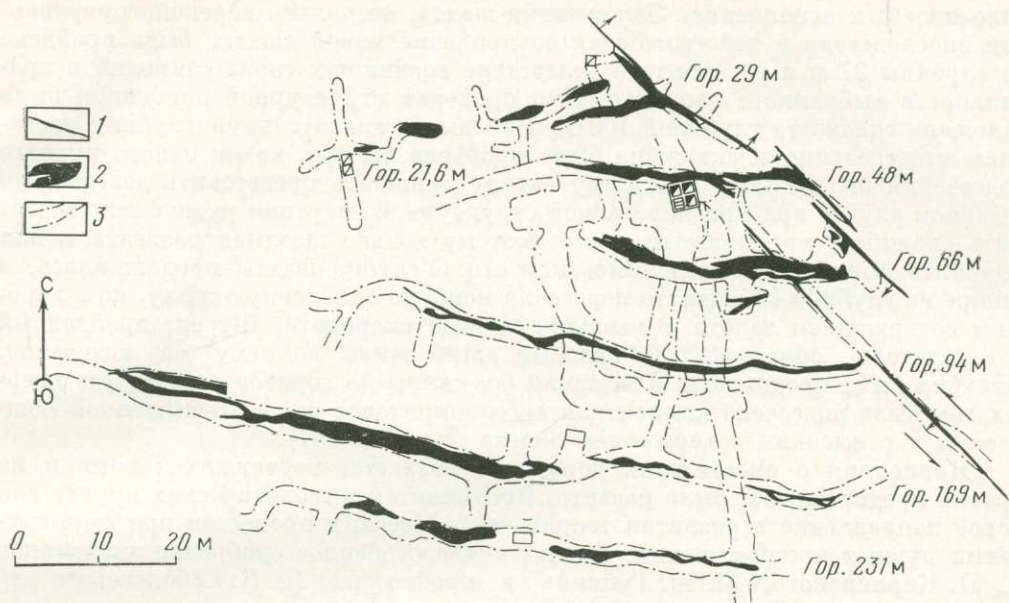


Рис. 141. Сопряженный погоризонтный план скрещения Трифоновской жилы и сместителя дорудного возраста (см. рис. 144, деталь скрещения на горизонте 66 м).

1 — сместитель; 2 — рудная жила; 3 — контуры подземных выработок. Ново-Троицкая площадь

залито по нему и принято за россышь, поскольку нацело оно было окислено и разрушено.

Так началась история Трифоновской жилы и сместителя, названного тем же именем, и в дальнейшем оставалось только проверить возникшую структурную концепцию. Сместитель был прослежен шурфами и канавами, причем по нему в промежутке между Первомайской и Трифоновской жилами встречались тонкие арсенопиритовые линзочки без каких-либо признаков брекчирования. Это лишний раз подтверждало его дорудный возраст. Сама же жила была вскрыта шурфом, подсекшим на глубине 29 м рудную окисленную линзу, Т-образно заливающуюся по сместителю. Два других шурфа, пройденные западнее, обнаружили только безрудные кварцевые очень короткие линзы (рис. 141).

На этом дальнейшая разведка приостановилась, но вскоре Кочкарскому комбинату было предложено повисить добычу мышьяка. Поскольку наиболее мышьяковистые жилы в дореволюционный период были глубоко выработаны, а восстановление старых шахт по ним потребовало бы много времени, выполнение задания представлялось весьма трудным. На техническом совещании, созванном для разрешения возникшего затруднения, нами была выдвинута Трифоновская жила как объект, который представлялся наиболее обнадеживающим реализацию скорой добычи мышьяка.

Против предложенного проекта было выдвинуто возражение геологом Ленинградского геологического комитета И. И. Чушилиным, ориентировавшим добычу мышьяка из Кыштымского медноколчеданного месторождения. Только после того, как автор письменно взял на себя материальную ответ-

ственность за пробивку разведочно-эксплуатационной шахты, совещание утвердило проект к исполнению. Заложённая шахта, несколько переконструированная впоследствии и действовавшая до пробивки новой шахты, была пройдена до глубины 27 м и остановлена вследствие возникших снова сомнений в правильности выбранного варианта. Для проверки структурной концепции была заложена скважина глубиной 100 м. Породы на значительную глубину оказались выветрелыми, и скважина была пройдена быстро, но ни одного рудного подсечения она не дала и поэтому автору пришлось представить доводы, что в данном случае при предполагаемой структурной ситуации рудное тело может быть сложным, прерывистым и что поэтому только шахтная разведка может выяснить форму и условия залегания его. Углубка шахты продолжилась, и вскоре на глубине 48 м шахта пересекла мощную окисленную жилу, но с хорошим содержанием золота и мышьяка в виде скородита. Штрек, пройденный к сместителю, обнаружил Г-образный загиб жилы по нему на юго-запад. Углубка была продолжена в лежачий бок жилы до горизонта 66 м, где кварцшлагом была подсечена компактная арсенопиритовая руда с повышенной мощностью и с высоким содержанием золота (см. рис. 141).

Концепция о сместителях дорудного возраста, изучавшихся нами и на других предприятиях, была развита. Воспринятая в геологических кругах как новое направление в развитии теории тектонических процессов при формировании рудных месторождений, она получила особенное одобрение академиков А. П. Карпинского, И. М. Губкина и профессора П. К. Соболевского на съезде геологов в Свердловске в 1932 г. (см. рис. 4).

Трифоновская жила широтного простирания с углом падения $65-70^\circ$ на юг заложилась в довольно сложной обстановке. Судя по забойной ситуации, а также по характеру пород в отвалах, вмещающий жилу массив сильно варьирует по составу. Часто встречаются блоки гранитоида с полосчатой текстурой, круто или полого ориентированной. Такая текстура в одних случаях представлена то резко отграниченными полосками меланократового (за счет биотита) и лейкократового гранитоида, то расплывчатыми полосками, иногда сопровождаемыми по краям каемками биотита. Эта полосчатость представляет реликты в различной степени гранитизированных покровных пород, и как уже было отмечено, распространяется широкой полосой на восток и сменяется постепенно мигматитами стадий палеосомы и неосомы. В забоях часто можно видеть прожилки лейкократового гранитоида или аплитовидной разности его.

Трещины отдельности, начавшие четко проявляться только с горизонта 170 м, но замеренные по горизонту 230 м, где гранитизация полностью превратила покровные породы в гранитоид, показывают преобладающее направление СВ — ЮЗ с падением под углами $40-90^\circ$ на северо-запад и в единичных случаях с падением на юго-восток. Среди этих трещин встречаются группы с одним и тем же направлением. Вторая, меньшая группа трещин не выходит из юго-западного квадранта. Третья, еще менее значительная группа трещин расположена меридионально с падением на восток. Рудная жила сечет первую наиболее многочисленную группу трещин отдельности, как и сместитель, почти вкрест с обратным падением, а сместитель вертикально (рис. 142).

Жила залегает в полосе табашек, сопутствующих ей то с лежачего, то с висячего боков, реже рассекаемых ею. Мощность табашек, обычно биотитового-

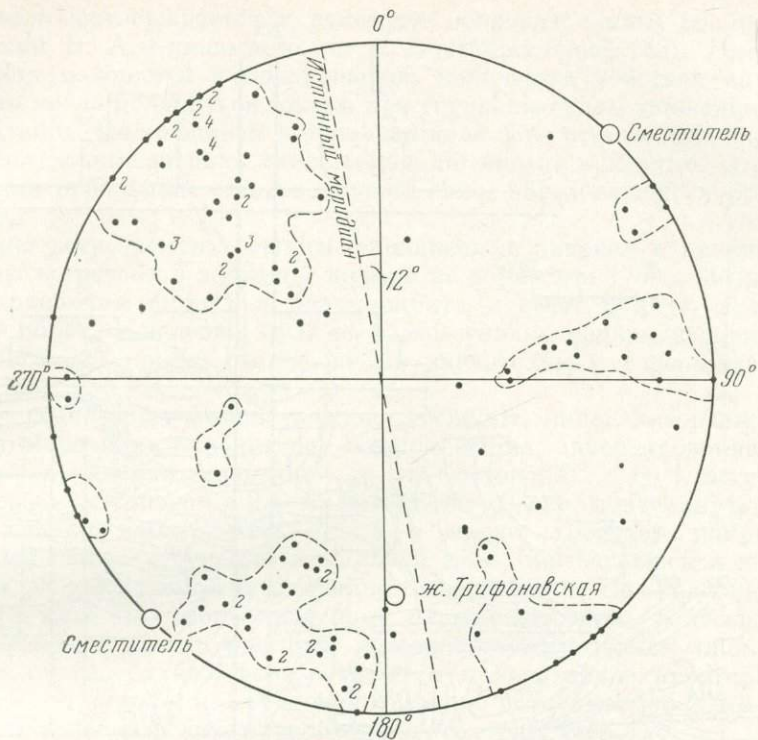


Рис. 142. Диаграмма трещин отдельности по горизонту 230 м Трифононской жилы. Ново-Троицкая площадь

или смешанного биотит-хлоритового и актинолитового состава, сильно варьирует, представляя собой типичные метасоматиты за счет динамометаморфизованной вмещающей породы, характерные для рудных трещин Пластовского рудного поля. На последних горизонтах заметно увеличилась карбонатизация околожильной зоны, причем такие участки менее смяты и более бедны оруденением.

Вообще строение рудной зоны по простиранию часто меняется: участки со значительным смятием сменяются участками почти без смятия, но сильно трещиноватыми, что должно считаться признаком сколо-разрывного характера первичного разлома, совпадающего с направлением стресса, в данном случае широтного направления. Несомненно, такое неравномерное строение зоны разлома явилось причиной различия в формах оруденения: то в виде богатых рудных линз, то в виде системы прожилков, вкрапленников и, наконец, в виде лишенных оруденения пережимов.

В околожильной зоне по нескольким направлениям можно видеть следы подвижек, но особенно характерны зеркала и штрихи скольжения в плоскости жилы, где они по многим наблюдениям на различных горизонтах идут горизонтально или очень полого и обычно цементируются рудным материалом, что устанавливает дорудный возраст сдвиговых перемещений. Сдвиговый характер

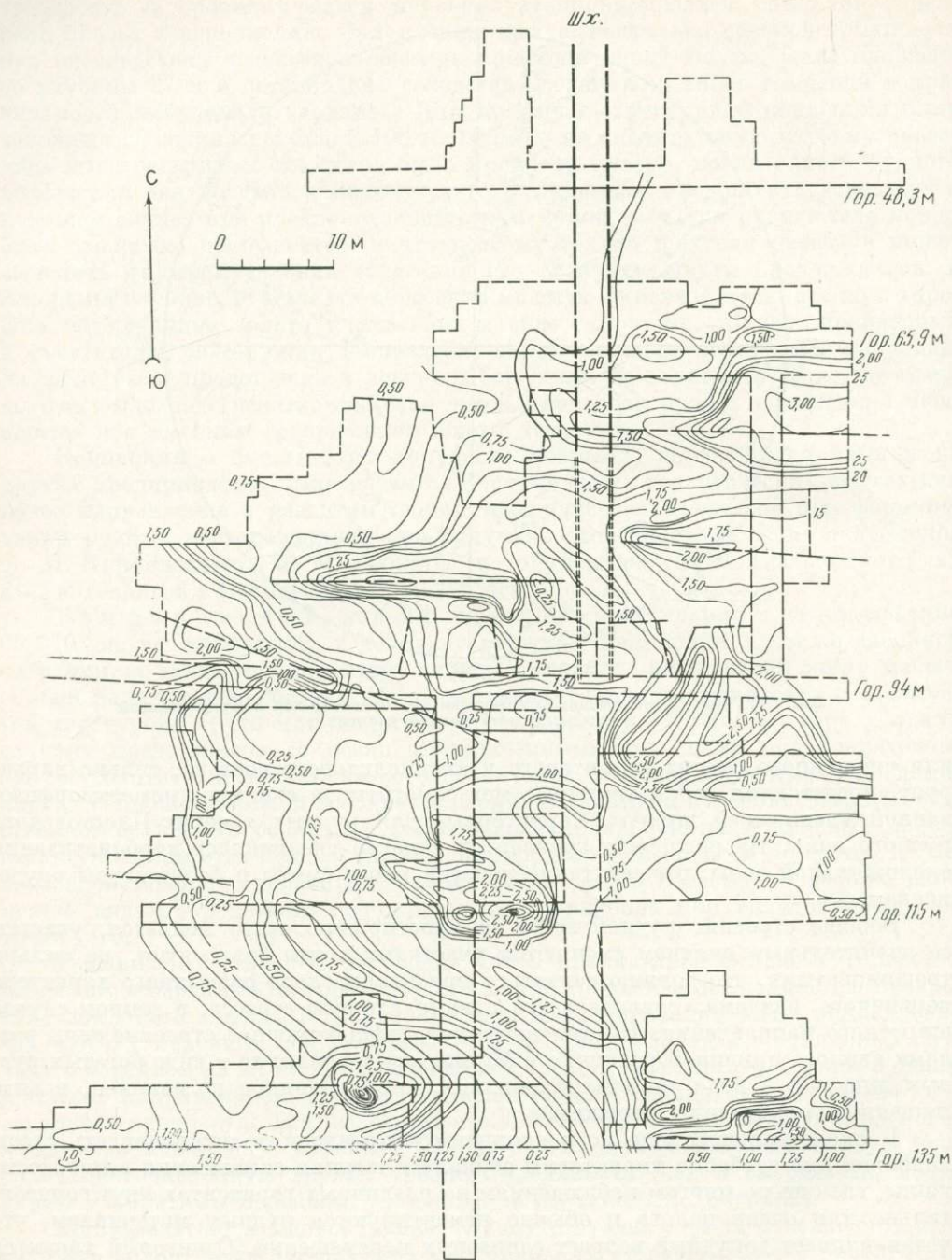


Рис. 143. План изохроний мощности Трифоновской жилы до горизонта 135 м. Изохронии проведены через 0,25 м и показывают утолщения рудной жилы, располагающиеся горизонтально и параллельно штрихам скольжения на стенках рудоносной трещины, что определяет сдвиговое движение по ней (штриховой пунктир). Ново-Троицкая рудная площадь

перемещения подтверждается и рельефом мощности жилы, изображенной на составленной В. А. Бяковым карте в изолиниях (рис. 143). На ней осевые направления мощностей в подавляющем количестве участков идут горизонтально, что могло получиться только при горизонтальном движении соприкасающихся блоков. По трещинам в околожильной зоне отмечаются также пологие или горизонтальные штрихи скольжения, но иногда и крутые, определяющие перемещения небольших отслоев породы вниз, образовавшиеся при проходке выработок.

Издredка встречаются трещины, заполненные кварцем и кальцитом. Одна такая жила встречена в западном штреке на горизонте 170 м. Жила содержит редкие вкрапления пирита и халькопирита и сечет рудную продуктивную зону, имея обратное падение. Судя по пересечению и минерализации, она моложе Трифоновской жилы, отличающейся значительным содержанием арсенопирита.

Также редко встречаются зияющие трещины, минерализованные по стенкам только корочками карбонатов. Такая трещина, ориентированная в северо-восточном направлении с падением на юго-восток ($60^\circ \angle 60^\circ$), встречена в западном штреке на горизонте 230 м. Вообще же следует подчеркнуть, что последние смещения наблюдаются редко и имеют характер микросмещений.

Распределение оруденения в жильной зоне, образовавшейся в результате сдвигового перемещения, чрезвычайно своеобразно. На поверхность жилы выходила в виде короткой окисленной рудной линзочки, залегавшей в плоскости, отработанной как россыпь; западнее ее встречались лишь безрудные кварцевые линзы. Глубже горизонта 48 м продуктивное простирание жилы на запад все возрастало: по горизонту 169 м оно исчисляется в 290 м, а по горизонту 231 м в 275 м и еще продолжается (см. рис. 144).

В скрещении со сместителем оруденение экранируется им и принимает по горизонтам различные формы. Так, на горизонте 29 м оно имеет Т-образную форму, т. е. заливается в обе стороны, на горизонте 48 м оно Г-образное с заливом в одну сторону на юго-восток, на горизонте 60 м сложный загиб обращен в обратную сторону на северо-запад, на горизонте 94 м оруденение тупо выклинивается без залива по сместителю, на горизонте 169 м штрек не доведен до сместителя из-за выклинивания жилы в 14 м от него, однако не исключается возможность оруденения в той или другой форме в самом скрещении. Выяснить характер скрещения жилы со сместителем по горизонту 231 м предполагалось продолжением штрека до скрещения.

Особенно сложна форма рудного тела в скрещении со сместителем на горизонте 66 м (рис. 144). На зарисовку структурной ситуации здесь было затрачено значительное время, так как нужно было передать возможно точнее детали, несомненно, интересные, имеющие научно-познавательное значение. Совершенно очевидно, что острый угол между рудной трещиной и сместителем при движении соприкасающихся блоков в направлении стрелок был сильно разбит трещинами и распался на отдельные мелкие части, смятые в непосредственной близости к сместителю. В результате этого главное рудное тело с мелкими апофизами по боковым трещинам получило крючковатый конец, на линии которого далее идет двойной шлейф, состоящий из брекчии боковой породы, зацементированной кристаллическим арсенопиритом. Величина брекчий с приближением к сместителю уменьшается, форма их уплощается и конец шлейфа

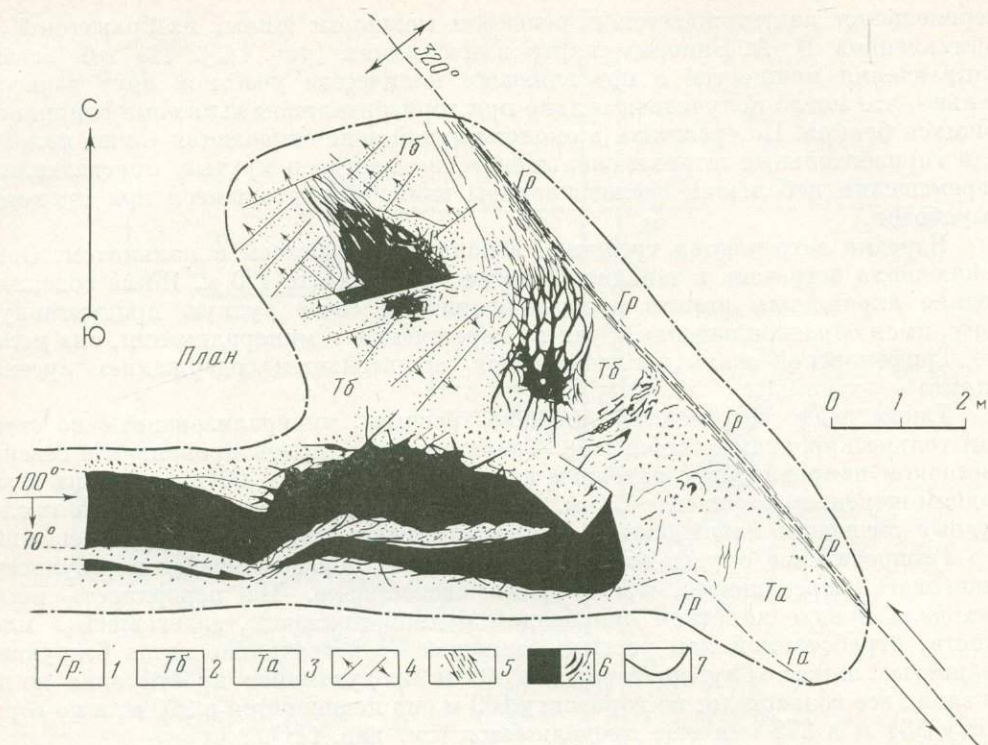


Рис. 144. Скрещение Трифоновской жилы со сместителем дорудного возраста. Старая Трифоновская шахта, горизонт 66 м. Зарисовка автора. Ново-Троицкая площадь.
 1 — гранитоид; 2 — биотитовая табашковидная порода; 3 — актинолитовая табашковидная порода; 4 — микротрещины; 5 — сместитель; 6 — массивная руда, прожилки и вкрапленник арсенопирита; 7 — контур выработки

переходит в сильно смятую зону с глинистыми прослоями, образовавшимися в результате повторных подвижек в послерудную фазу. Влево, несколько в стороне от сместителя, имеется второй шлейф, как бы срезанный в начале и конце, что получилось вследствие заполнения и замещения рудой отдельного участка, осложненного поперечными трещинами.

Следует особо подчеркнуть, что тупой угол скрещения рудоносной трещины со сместителем был деформирован не так сложно, как смежный острый угол, и поэтому оруденение в нем проявилось только в виде вкрапленника.

Сложность деформаций в блоке скрещения рудной жилы со сместителем, выраженной дроблением и смятием в дорудную фазу, следует объяснять интенсивным смятием вмещающей породы. Здесь все сложные рудные включения обособились в биотитовых и актинолитовых метасоматитах, по мере удаления в стороны постепенно сменяющихся гранитоидом, являющимся, очевидно, первичной породой для них. Здесь четко подтверждается возможность такого метасоматического преобразования гранитоидов, примеры чего уже указывались выше, особенно в случаях, когда подобные метасоматиты образуются за счет покровных пород путем их гранитизации. Это имеет место и на рассматри-

ваемом участке, являющемся краевой частью площади гранитизированных покровных пород, вскрытых Трифоновской шахтой (см. рис. 121).

Следует подробнее пояснить причину различных направлений залитов рудной жилы в пунктах скрещения ее со сместителем дорудного возраста. Как следует из сопряженного погоризонтального плана (см. рис. 141), рудный загиб на горизонте 29 м представляет собой Т-образную форму, а на горизонтах 48 м и 66 м они соответственно направлены на юго-восток и северо-запад, что казалось бы противоречит в первом случае закономерности направления крыльев образующейся флексуры с одной стороны сместителя по направлению движения противоположного блока, а с другой его стороны против движения. Поскольку относительное движение соприкасающихся блоков породы по сместителю — восточного на северо-запад, западного на юго-восток точно устанавливается перемещением разломов рудных жил и структурной ситуацией пункта скрещения, загиб Трифоновской жилы на горизонте 66 м является вполне объяснимым, что подтверждается сопряженным флексурным загибом Первомайской жилы, направленным навстречу на юго-восток в восточной стороне разлома сместителя (см. рис. 144 и 140). Обратное направление загиба на горизонте 48 м, искажающее закономерность расположения крыльев флексуры, как и по горизонту 29 м, где оно двустороннее — Т-образное, оказывается возможным и объясняется характером смятия и степенью проницаемости рудоносными растворами блока, секущегося сместителем. На горизонтах же 94 и 169 м скрещения не произошло по той причине, что блоки породы, примыкающие к сместителю, по своему строению оказались неблагоприятными для продвижения трещин до сместителя и тем самым для продвижения рудоносных растворов.

С м е с т и т е л ь. Поскольку сместитель является рудоконтролирующим фактором в распределении оруденения, он был по возможности обследован на поверхности и в подземных выработках. Трещина сместителя, несомненно, того же возраста, что и трещина Трифоновской жилы, так как по той и другой имеются метасоматиты и одинаковая минерализация арсенопиритом. Однако образовавшись одновременно, они были не одинаковые по степени проницаемости для рудных растворов вследствие различного пространственного положения. Если рудная широтная трещина совпадает с направлением стресса, она должна относиться к типу разрывных, что устанавливает и направление движения (сдвиговое). Трещина сместителя как диагональная (аз. 320°) является сколовой, что подчеркивается и наличием по ней сильного истирания с образованием отслоев породы, превращенных в метасоматиты, а при повторных подвижках — и жильной глины. Поверхность скола сместителя, как указывают углы падения ее то в одну, то в другую сторону, была волнистой, что и порождало различие в характере дробления блоков-клиньев в скрещении сместителя с рудоносной трещиной и, естественно, приводило к образованию различных форм оруденения и направлений залитов в разлом сместителя (см. рис. 141 и 144).

Сместитель сопровождается отслоями боковой породы, превращенной в метасоматиты, идущие с перерывами, а не дайковой породой. Эти метасоматиты, сильно смятые, можно видеть у ствола Трифоновской шахты на горизонте 169 м (рис. 145). Цвет породы темно-зеленый, структура чешуйчатая, состав ее: биотит, хлорит, кварц, эпидот, альбит, водные окислы железа, циркон. Биотит преобладает, однако, в большей своей части почти нацело

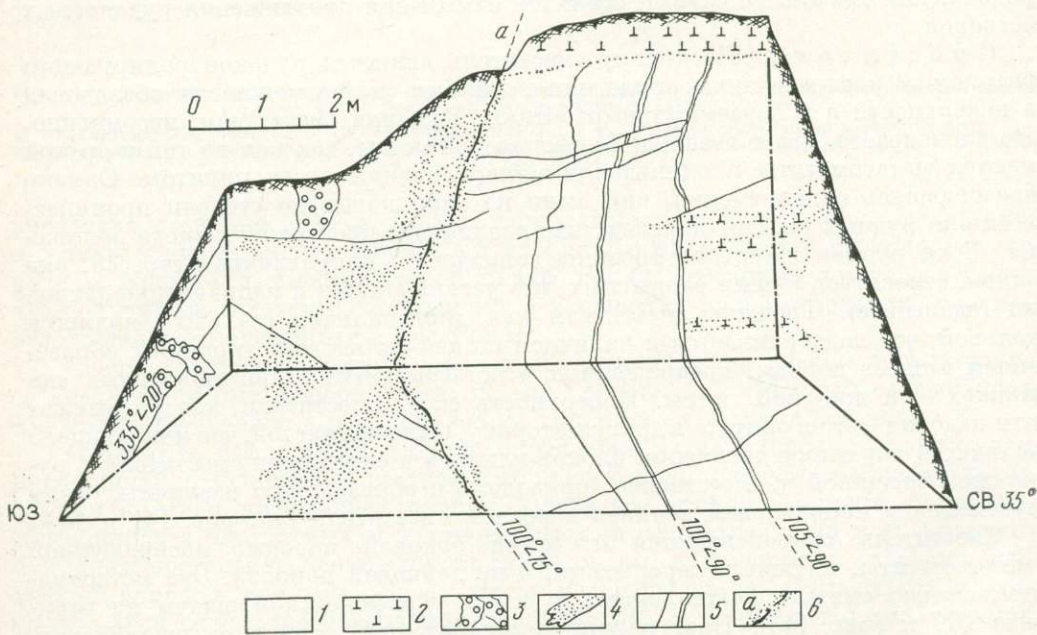


Рис. 145. Сместитель Трифоновской жилы А в стволе шахты на горизонте 169 м, представляющий собой узкую зону смятой боковой породы с включением малоомощной жилы безрудного кварца.

1 — гранитоид; 2 — смятый гранитоид; 3 — смятая табашка; 4 — безрудный кварц; 5 — глинистый шов в лежащем боку. Ново-Троицкая площадь

Рис. 146. Северо-западный конец Трифоновского дорудного сместителя перед полным затуханием в зоне осложненной структуры вмещающегося гранитоида.

1 — гранитоид; 2 — ашлитовидные лейкократовые прослои в гранитоиде; 3 — ксенолиты зеленовато-серого цвета; 4 — слои рваной формы милонита, сопровождающие разлом сместителя; 5 — прожилки безрудного кварца нескольких направлений; 6 — сместитель Трифоновской жилы. Выемка в крутом северо-западном борту карьера Первомайской жилы, параллельной Трифоновской и лежащей по другую сторону сместителя (см. рис. 145)



замещен хлоритом, образующим по нему псевдоморфозы. Кварц играет подчиненную роль, зерна его очень мелкие и местами образуют скопления и прожилки. Альбит преимущественно в виде реликтовых зерен среди агрегата сосюрита. Циркон в виде очень мелких зерен образует включения в чешуйках биотита и хлорита; в том и другом случае около зерен его наблюдаются плеохроичные оболочки. Лимонит в виде неправильных скоплений. Судя по определению под микроскопом, в первичной породе — палеосоме покровных пород присутствовал основной плагиоклаз, перешедший в альбит, а кальций вошел в состав сосюрита. Исходя из этого, порода предположительно может быть отнесена к метаморфической диабазового облика.

На поверхности Трифоновский сместитель был вскрыт в борту открытого разреза по Первомайской жиле (б. Екатерининской) и здесь также в зоне его присутствуют метасоматиты, но выветрелые, залегающие в виде сложных лоскутообразных прерывистых тел (рис. 146). Порода сильно выветрелая, красновато-бурого цвета, жирная на ощупь, под микроскопом показывает плотную чешуйчатую структуру, беспорядочно ориентированную. Более чем на 90% она представлена чешуйками биотита, образующими часто таблицы, имеющие бурую, светло-желтоватую до темно-бурой окраску и местами слабо просвечивающие. По трещинам спайности и в промежутках между чешуйками биотита наблюдаются скопления лимонита. Кварц играет подчиненную роль и количественно не превышает нескольких процентов, образуя неправильные угловатые зерна, имеющие в большинстве своем волнистое угасание.

Зафиксированные рисунком формы включения этой породы в мобильной зоне дорудного сместителя, секущего гранитоид, нет каких-либо оснований относить к дайковой породе, что вполне согласуется с вышеприведенными примерами происхождения табашек за счет гранитоидов, особенно на участках,

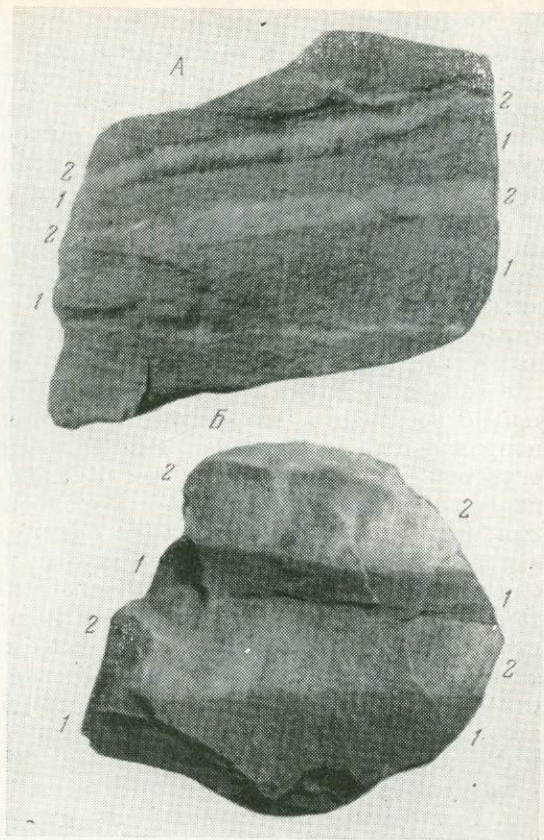


Рис. 147. Первичные метаморфизованные слоистые покровные породы А процессом гранитизации превращены в серые биотитовые (1) и светлые с огорочками биотита (2) разности гранитоида. Шахта Первомайская, горизонт 98 м. Первичные метаморфизованные покровные породы Б с резко ограниченными слоями, процессом гранитизации превращены в меланократовые (1) и лейкократовые (2) разности гранитоида. Шахта Новая Трифоновская, горизонт 230 м. Ново-Троицкая площадь

где образование их из покровных пород путем гранитизации четко отражено, как это имеет место и на Трифоновском участке (рис. 147).

В данном случае такие метасоматиты-табашки, по существу милониты, являются прототипом процесса метасоматического динамометаморфизма и позволяют видеть в них отличный от дайковых табашек особый тип, распространенный в мобильных разломах и особенно рельефоно отражающийся в рудоносных на площади Пластовского рудного поля.

После того как взаимная связь рудных жил со сместителем была топографической съемкой определена и установлено по горизонтальным штрихам скольжения дорудное сдвиговое перемещение по сместителю, нетрудно было определить амплитуды смещения рудоносных трещин (см. рис. 140). Оказалось, что они приблизительно равны, как это и должно быть в плане даже при различных углах падения смещаемых трещин путем сдвига. В данном случае движение западного блока с разломами Трифоновской и Васильевской жил относительно восточного, включающего разломы Первомайской и Путоловской жил, направлено на северо-запад, а по равенству разрывов около 50 м между первой и второй парой получается, что Первомайский и Трифоновский отрезки принадлежат к одному разлому, а Путоловский и Васильевский к другому. Рудная минерализация, совершенно одинаковая по всем разобленным отрезкам, включая и сместитель, осуществлялась после того как смещение произошло, но она варьирует в морфологии и в степени насыщения основным рудным компонентом — арсенопиритом, для каждой пары трещин. Действительно, Первомайская и Трифоновская жилы как более мощные давали промышленную руду, тогда как Путоловская и Васильевская являются маломощными с прерывистым оруденением, в связи с чем первая из них только разведывалась, а вторая только частично выработана. Очевидно, первичные разломы были различны в структурном отношении и это различие сохранилось и после смещения их, отразившись на характере оруденения.

В плоскости сместителя то же сдвиговое в виде микросмещений движение возобновлялось с образованием жильной глинки, так как маломощные линзочки арсенопирита, изредка встречающиеся в нем, остались небрекчированными.

Трифоновский сместитель представлял редкий случай выяснить характер его продолжения не только на северо-запад, где он постепенно шел к затуханию при встрече зоны катаклаза и смятия вмещающего гранитоида (см. рис. 146). В противоположном юго-восточном конце разведкой канавами было установлено, что он встретил на пути серию даек различных направлений, две из которых описаны выше (рис. 125). Вскрытое количество даек дает основание утверждать, что в действительности их гораздо больше и что они образуют сложный узор, однако с преобладающими направлениями — широтным, северо-восточным и северо-западным. Примерно через 1 км на юг направление сместителя было параллельно серии нескольких рудных непромышленных жил, расположенных с западной стороны его и, наконец, через 1,6 км точно совпало с разломом Козловской жилы в точке скрещения ее с Поперечной рудной жилой северо-восточного простирания, совпадающей с простиранием восточного сместителя Зеленой жилы.

Так увязывается взаимоотношение крупных разломов северо-западного и северо-восточного направления трех рудных участков — Трифоновского (2), Козловского (3) и участка Зеленой жилы (1) (см. рис. 129).

3. Участок Козловской жилы. На этом участке в южной стороне Ново-Троицкой рудной площади эксплуатировались или разведывались четыре жилы: основная Козловская, смещенная разломом Поперечной жилы, и к юго-западу от них Южная, Серебристая и Удачная, параллельные Козловской жиле, но как малорудные не давшие промышленного эффекта.

Козловская жила, вскрытая до глубины 200 м, имеет простирание ЮВ—СЗ с падением на СВ ($320^\circ \angle 70^\circ$), то же, что и Трифоновского сместителя. Более того, если продолжить оба разлома навстречу друг другу, то они совпадут, находясь на одной линии, что определяет принадлежность их к одному и тому же разлому (см. рис. 129). Поэтому неслучайно, что рудная зона Козловской жилы повторяет структурные особенности Трифоновского сместителя, с той лишь разницей, что оруденение в ней выражено несколько более мощными, но разреженными линзами, включенными в широкую зону рассланцевания и смятия при наличии таких же горизонтальных борозд и зеркал скольжения дорудного возраста. Короткие рудные линзы, обычно представленные вкрапленностью арсенопирита и отчасти пирита, сопровождаются прожилками чистого арсенопирита и часто прожилками кварца-резуна, отграничиваясь глинистыми швами, возникшими в последнюю фазу повторных сдвиговых смещений. Очевидно, последние вызывали появление в нескольких рудных линзах более низкотемпературных минералов, характерных для Зеленой жилы. Рудные линзы обычно сменяются безрудными, менее смятыми пережими. Рассланцевание и смятие, местами достигающие по ширине 18 м, постепенно затухают в обе стороны от центральной более мобильной части, но местами имеют резкие границы с крепкой боковой породой — гранитоидом. И на этом участке, как и на предыдущих рудных участках, рассланцованные и смятые блоки по внешнему виду очень похожие на табашки, следует рассматривать как динамометаморфизованные отслои гранитоида, превращенные в метасоматиты.

Вкрест широкой рудной зоны Козловской жилы идет также резко выраженная зона нескольких трещин при сравнительно небольшой ширине смятия. Эту зону можно было наблюдать в насосной камере около ствола шахты на горизонте 200 м. Она имеет простирание СВ (120°) с крутым падением на северо-запад и состоит из нескольких мобильных швов среди смятой породы. По швам отчетливо видны горизонтальные или очень пологие, не превышающие 20° , борозды скольжения.

Вероятно, она расширяется на юго-восток на десятки метров так как, судя по сопряженному погоризонтному плану, к юго-востоку от шахты оруденение почти отсутствует в полосе шириной до 80 м. Такое предположение возникает в связи с тем, что северо-западнее проходит вертикальный разлом Поперечной рудной жилы того же направления, смещающий Козловскую жилу и представляющий собой узкую зону сильно рассланцованной породы, послойно минерализованную тонкими прожилками арсенопирита, несущими на горизонтах 140 и 170 м горизонтальную штриховку (рис. 148). На приведенном рисунке первая зарисовка (А) показывает, что образование разломов Поперечной и Козловской жил было одновременным со сдвиговым перемещением по первому, кажущемуся как бы сместителем Козловской жилы, и только после этого оба разлома были минерализованы арсенопиритом, что устанавливается наличием небрекчированного рудного залива Козловской жилы в разлом жилы Попереч-

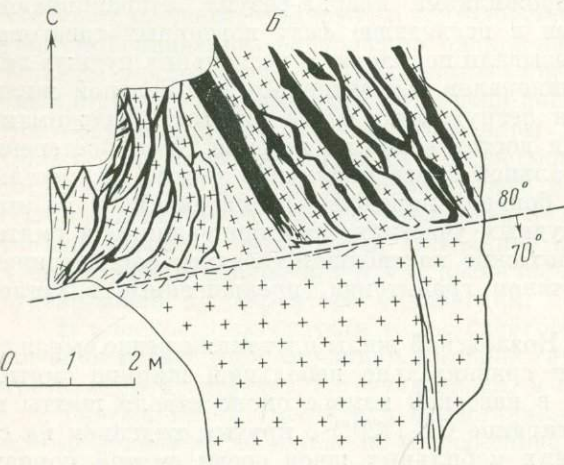
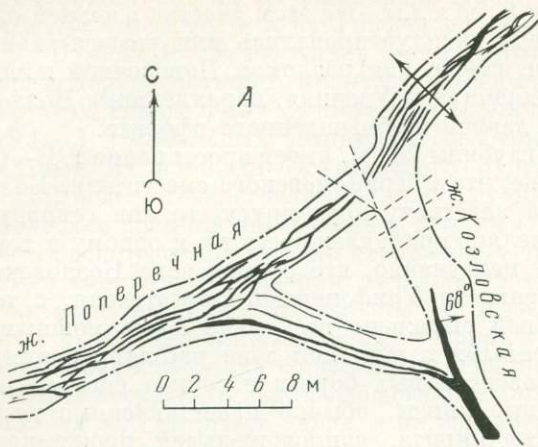


Рис. 148. Скрещения Козловской рудной жилы со сместителями дорудного возраста.

А — скрещение с Попереchnой жилой; Б — скрещение со сместителем дорудного возраста со значительной амплигудой смещения. Шахта Козловская, горизонт 140 м. Ново-Троицкая площадь

площадь, в центре которой обособился рудный участок шахт Партизан и Октябрьская, пересекаемый меридионально-вертикальным древним разломом чрезвычайно сложного строения, описанным в следующем разделе. Характер скрещения южного конца этого разлома с широкой зоной расланцевания, идущей с Козловского рудного участка на северо-восток, представлял большой интерес в геолого-структурном отношении, но предпринять вскрышу его на поверхности не позволяло наличие поселковых строений.

4. Участок шахт Партизан и Октябрьская. Рудные жилы этого участка делятся мощным разломом меридионального простирания

ной. Такое сопряжение разломов сместителя и смещаемого аналогично описанному по предыдущему Трифоновскому участку и отличается только по пространственному положению сместителей: СЗ—ЮВ в одном случае и ЮЗ—СВ — в другом (см. рис. 129).

В совокупности широкая зона расланцевания и смятия и мобильный разлом Попереchnой рудной жилы единого северо-восточного направления является юго-западной частью более протяженной зоны, достигающей на северо-востоке до рудного участка Зеленой жилы, о чем свидетельствует смыкание ее с серией швов, замеренных в водопроводной канаве, в том числе и с восточным сместителем рудной Зеленой жилы, представляющим собой мощный чрезвычайно мобильный разлом, включающий расланцованную дайку с признаками сдвигового перемещения (см. рис. 129, 131 и 134).

Наличие тектонических разломов СЗ—ЮВ и ЮЗ—СВ направлений на Козловском рудном участке и линейное совпадение их с разломами тех же направлений на участках Трифоновском и Зеленой жилы при несомненной их непрерывности явно ограничивает треугольную рудную

на две группы: первая — Воскресенская — Успенская с Елизаветинской примыкают к нему с западной стороны и эксплуатируются шахтой Партизан, а вторая — Николаевская — Андреевская и Слесарная с восточной стороны эксплуатируются шахтой Октябрьская (рис. 149).

Ситуация взаимосвязи меридионального разлома с рудными жилами здесь совершенно аналогична установленной по Трифоновскому рудному участку. Они также одного возраста, о чем свидетельствует сходная минерализация и наличие залитых оруденения в зону меридионального разлома без каких-либо признаков брекчирования их. Отличие заключается

только в том, что направление разлома не диагональное, а меридиональное и возраст его, как показало изучение строения, более древний, обусловленный почти вертикальным, а не сдвиговым смещением соприкасающихся блоков.

Меридиональный разлом, как бы смещающий попарно упомянутые рудные жилы западной и восточной его сторон, описывается подробнее, а строение его отражено в двух широтных профилях на горизонте 155 м Октябрьской шахты и в поверхностной канаве в 150 м севернее ее (рис. 150, А, Б).

На горизонте 155 м меридиональный разлом представлен несколькими мобильными швами внутри в различной степени рассланцованной зоны, причем крайние, наиболее резко выраженные из них, отстоят друг от друга на расстоянии 15 м, что и определяет ширину всей зоны, в которой происходили передвижки. По составу вся зона характеризуется наличием маломощных смятых даек, залегающих среди слоев метасоматитов (табашек), более поздних прожилков и желваков резунистого кварца и местами рудных прослоев с арсенопиритом и пиритом и, наконец, жильной глины в наиболее подвижных швах.

В совокупности все перечисленные литологические и структурные компоненты разлома определяют не только дорудный, но и более ранний додайковый возраст его, что подтверждается и присутствием наиболее ранних круто падающих под углом 75° на юг штрихов скольжения, резких в краевых швах и менее интенсивных внутри рассланцованной зоны разлома (см. рис. 150, Б).

К такому же выводу приводит рассмотрение другого широтного пересечения разлома в канаве в 150 м севернее шахты Октябрьской. Там он выражен группой разреженных трещин в устойчивом нерассланцованном мусковитовом лейкократовом гранитоиде (см. рис. 150, А). В крайней восточной трещине (3) заложилась дайка серо-зеленоватой породы с порфировыми выделениями темного минерала, сопровождаемая по бокам прожилками кварца-резуна. В западной трещине (4) рассланцовка имеет мощность более 2 м и в результате окремнения и серицитизации образовался кварц-серицитовый сланец, отдельные

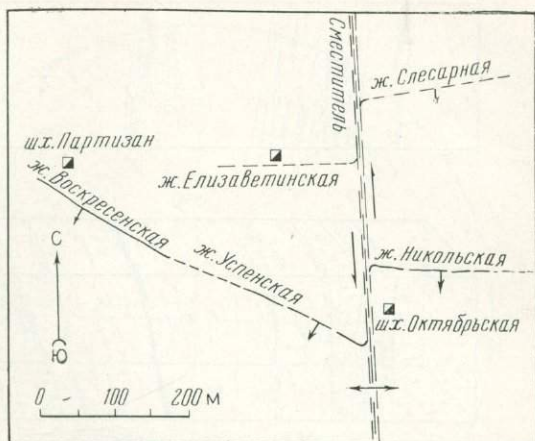


Рис. 149. Взаимное расположение рудных жил по обе стороны меридионального смещения дорудного возраста на участке шахт Партизан и Октябрьская. Ново-Троицкая площадь

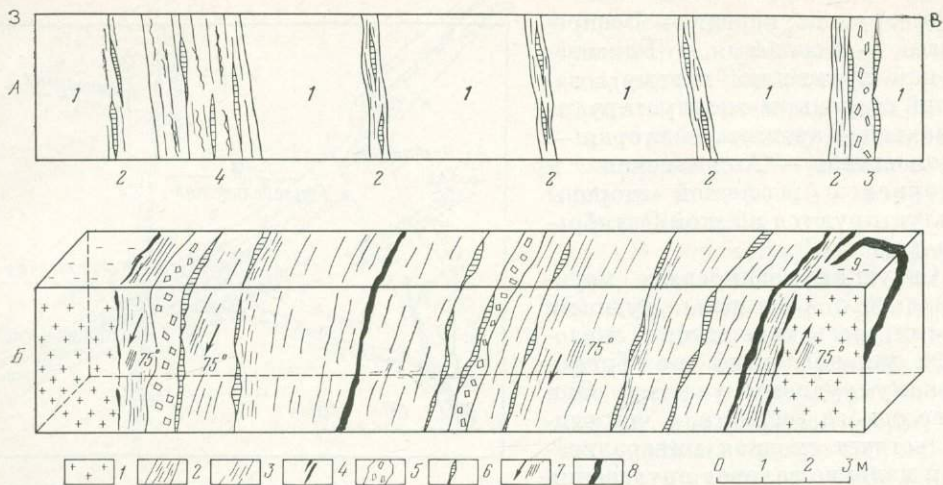


Рис. 150. Два поперечных широтных пересечения меридионального разлома на рудном участке шахт Партизан и Октябрьская. А — северная стенка канавы в 150 м севернее Октябрьской шахты; 1 — мусковитовый лейкократовый гранитоид; 2 — трещины рассланцевания с прожилками кварца-резуна; 3 — порфирированная дайка серозеленоватого цвета; 4 — кварц-серицитовый сланец с прожилками кварца-резуна. Б — блок диаграмма зоны разлома на горизонте 155 м Октябрьской шахты: 1 — устойчивый гранитоид; 2 — интенсивно смятый гранитоид; 3 — грубо рассланцованный гранитоид; 4 — мобильный глинистый шов; 5 — смятая дайковая порода; 6 — прожилки кварца-резуна; 7 — направление посплошных штрихов скольжения; 8 — рудные кварцевые прожилки; 9 (см. рис.) — загиб Никольской рудной жилы в восточную крайнюю зону разлома. Ново-Троицкая площадь

слои которого собраны в пloyчатые мелкие складки в результате относительного движения стенок трещины. Между крайними трещинами имеются еще три трещины (2) меньшей мощности, но также с рассланцовкой породы. Кварц-резун в виде прожилков, сильно брекчированный, имеется во всех трещинах и в контактах дайки. В общем строение разлома здесь резко изменилось так как рассекаемая им порода является гранитоидом с нормальной магматогенной равномернозернистой структурой, не подвергавшейся смятию и рассланцеванию.

Еще далее на север проследить разлом не удалось, так как он идет под усадьбами поселка, но продолжение его, вероятно, было причиной отсутствия продолжения Серебристой рудной жилы — западного фланга Зеленой жилы (см. рис. 129).

Южный конец разлома, вероятно, сечется широкой зоной северо-восточного простирания, идущей с Козловского рудного участка, и далеко проходит в том или ином структурном выражении на юг, к верховьям р. Осейки, что можно предпологать, учитывая наличие группы рудных жил северо-северо-западного простирания, юго-восточные концы которых выклиниваются при подходе с запада к линии разлома.

Значительное смещение блоков, соприкасавшихся по меридиональному разлому, доказывается и ориентировкой элементов прототектоники — трещин отдельности и кливажа, причем различать их в подземных условиях было очень трудно. Замеры производились на горизонте 155 м обеих шахт на западной и восточной сторонах меридионального разлома. По шахте Партизан четко

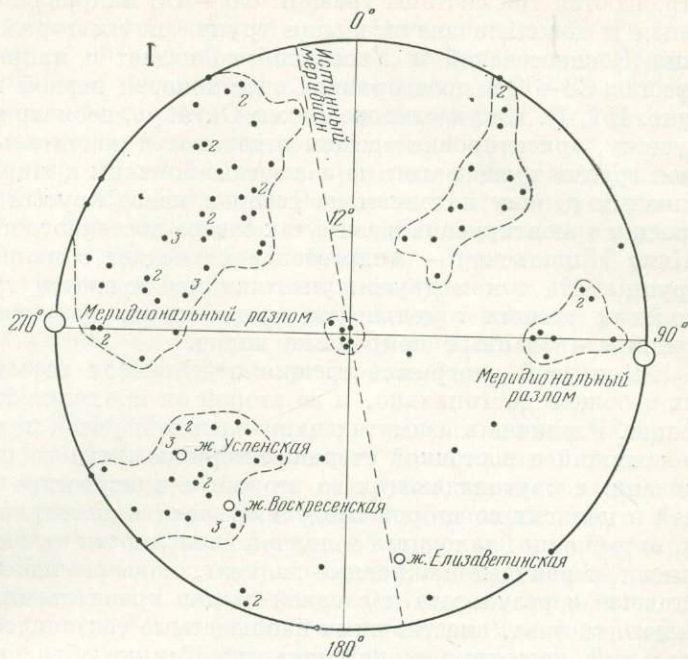
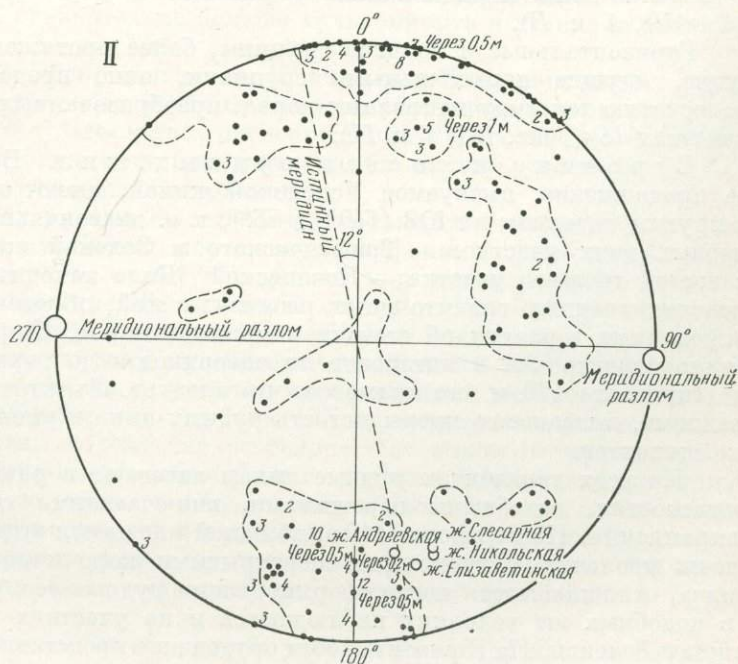


Рис. 151. Диаграммы трещин отдельности гранитоида в шахте Партизан (I) и в шахте Октябрьская (II) на горизонте 155 м. Различия в пространственном расположении и характере трещин отдельности по обе стороны меридионального глубинного разлома указывает на значительное вертикальное смещение по нему (см. рис. 149, 150). Ново-Троицкая площадь



отражаются три системы трещин: СВ—ЮЗ направления с падением на северо-запад и довольно значительная группа почти горизонтальных трещин. Зона жил Воскресенской и Успенской совпадает с направлением второй группы трещин СЗ—ЮВ простирания, идет поперек первой группы и сечет ее вкрест (рис. 151, I). На участке же шахты Октябрь, несмотря на его близость к предыдущему, ориентировка трещин отдельности значительно отличается. Наибольшая группа трещин идет по азимутам, близким к широтному с вертикальным и близким к нему падением на север и менее крутым на юг. Меньшая группа трещин ориентирована в азимутах северо-восточного квадранта (см. рис. 151, II). Жила Никольская — Андреевская совпадает с направлением трещин первой группы. На том и другом участках наблюдаются группы горизонтальных и пологих трещин отдельности, являющихся реликтами элементов залегания гранитизированных покровных пород.

В первой диаграмме трещин отдельности меридиональный разлом сечет их в общем диагонально, а во второй он проходит согласно в зоне крутопадающих. Различие в азимутах направления и углов падения трещин отдельности в западной и восточной сторонах меридионального разлома, более концентрированных крутопадающих во второй, а присутствие горизонтальных — в первой и пологих во второй следует объяснять значительной передвижкой блоков и, несомненно, находится в полной зависимости от состава и строения, которые имели первичные покровные породы, подвергавшиеся широтному сжатию и ставшие в результате последней стадии гравитизации гранитоидами варьирующего состава, вместившими наблюдаемые тектонические разломы — меридиональный, широтные и диагональный. Тем же объясняются и различные состав и строение зоны меридионального разлома в двух пересечениях его (см. рис. 150, А и В).

Горизонтальные и пологие трещины, более протяженные, чем крутопадающие, идущие параллельными группами, явно представляют реликтовую полосчатую текстуру покровных пород, преобразованных в гранитоид в таких участках (см. рис. 151, I и II).

Строение и состав рудных жил. Воскресенская жила и ее продолжение, именуемое Успенской жилой, имеют направление СЗ—ЮВ с крутым падением на ЮЗ ($140^\circ \angle 75^\circ$), т. е. диагонально к широтным жилам первых двух участков — Трифоновского и Зеленой жилы, но параллельно с жилой третьего участка — Козловской. Жила находится в широкой полосе рассланцованных гранитоидных разновидностей, образовавшихся из гранитизированных в различной степени покровных пород. Ширина этой полосы особенно значительна в интервале от поверхности до горизонта 138 м, глубже до горизонта 179 м она сужается, что следует объяснять изгибом первичного разлома, вызвавшего прерывистость рудных линз и уменьшение в них рудных компонентов.

На всех горизонтах рудные линзы залегают в различных параллельных плоскостях, разобщены пережимами, включающими только бедные рудные вкрапления. На горизонте 110 м по одной плоскости штрихи скольжения залечены иглолочками турмалина, перекрытыми корочками мелкозернистого пирита, отложившегося после сформирования рудных тел. Отложения турмалина в подобных же условиях наблюдаются и на участках шахты Октябрьской и жилы Зеленой. На горизонте 140 м оруденение представлено четырьмя линзами,

включенными в смятых гранитоиде и метасоматитах. На горизонте 179 м в плоскости лежащего бока ($140^\circ \angle 65^\circ$) одной из параллельно залегающих рудных линз резко выделяются штрихи скольжения, наклоненные под углом 35° на юго-восток. В плоскости лежащего бока другой линзы ($130^\circ \angle 65^\circ$) штрихи скольжения тоже идут на юго-восток с наклоном в 40° .

Жила Успенская залегает в той же полосе расланцевания вмещающих пород и является по существу продолжением Воскресенской; она представлялась менее рудной и поэтому было сочтено более выгодным подсесть ее квершлагом на горизонте 155 м из соседней Октябрьской шахты. В строении ее участвуют также безрудные пережимы и редкие выклинивающиеся рудные линзы. Причиной рудного обеднения ее могла быть только более усиленная расланцовка рудной зоны и увеличение количества мобильных плоскостей в ней при подходе к мощному разлому меридионального простирания, проходящему через шахту Октябрьская.

Вторая рудная жила — Елизаветинская, идущая на скрещении с меридиональным разломом с западной его стороны, имеет простирание широтное. В скрещении она делает загиб по разлому на север без признаков рудного брекчирования, что устанавливает дорудный возраст меридионального разлома (см. рис. 149). Подсечение ее квершлагом длиной около 140 м из Октябрьской шахты на горизонте 155 м и пройденные расщели с целью обнаружения оруденения не дали положительных результатов. Однако эта рудная жила интересна тем, что на отработанных горизонтах она имела кроме основных арсенопирита и пирита ту же полиметаллическую минерализацию, что и по Зеленой жиле. Встречался отдельными прожилками джемсонит, в большем количестве сфалерит, сравнительно больше халькопирита и редкие вкрапления галенита.

Обе рудные жилы Воскресенская — Успенская и Елизаветинская с западной стороны меридионального разлома кажутся смещенными частями другой пары жил Никольской и Слесарной, расположенных на противоположной восточной стороне. Подобная ситуация известна по другим участкам рудного поля и поэтому заслуживает обоснования.

Из двух последних рудных жил только Никольская — Андреевская является потенциально продуктивной, другая же Слесарная, расположенная севернее, с бедным оруденением, остается с давних пор законсервированной. Обе жилы субширотного простирания западными концами сопрягаются с меридиональным разломом, причем Никольская, падающая на юг под углом в 70° , входит в расланцованную зону его рудным загибом без брекчирования.

Формы, распределение их и характер минерализации рудных тел Никольской жилы на всех горизонтах до глубины 155 м, вскрытых Октябрьской шахтой, совершенно сходны с теми же особенностями жилы Воскресенской — Успенской западной стороны меридионального разлома. Здесь такие же рудные линзы разобщены и включены в параллельных плоскостях расланцованной зоны, ширина которой варьирует в пределах до 15 м. Отработки рудных тел на всех горизонтах производились примерно на протяжении 200 м, причем на восточном фланге они были остановлены вследствие прекращения оруденения.

Наблюдения, проведенные на рудном участке шахт Партизан и Октябрьская, позволяют сделать следующие выводы.

1. Меридиональный разлом наиболее ранний является отражением древнего с более глубоким заложением в континентальной толще, а проявился он в результате блоковых перемещений по оси широкого антиклинального сооружения, послужившего вместилищем рудоносного гранитоидного массива.

2. По меридиональному разлому в соответствии с происхождением и вертикальным падением его соприкасающиеся блоки могли только относительно подниматься или опускаться и поэтому, учитывая взаимное наблюдаемое положение разломов рудных трещин, следует заключить, что поднятие восточного блока согласно направлению штрихов скольжения произошло вверх и несколько на северо-запад, опускание западного блока вниз и несколько на юго-восток.

3. Меридиональный разлом и разломы, занятые рудными жилами, расположенными с обеих его сторон, образовались одновременно и поэтому первый следует считать сместителем не рудных жил, а их первичных трещин.

4. По трещинам рудных жил глубокие подвижки также возобновлялись неоднократно, причем наиболее поздние из них вызвали в нескольких жилах отложение упоминавшихся низкотемпературных минералов. Самые молодые подвижки проходили по наиболее мобильным швам и трещинам любого направления и мощности, утолщая тем самым ранее отложившиеся слои глины.

5. По сходству простирания, строения и степени оруденения трещина жилы Воскресенской — Успенской является смещенным отрезком трещины Никольской — Андреевской жилы с разрывом около 150 м, а трещина Елизаветинской жилы — смещенным отрезком Слесарной жилы (см. рис. 149).

6. Меридиональный разлом, синхроничный с разломами рудных жил, но с иным направлением, был неблагоприятным для проникновения рудоносных растворов по плоскостям расланцевания, отложивших поэтому в них только тонкие и короткие прожилки сходной минерализации (арсенопирит, пирит).

7. Данный участок в отношении взаимосвязи главного разлома и трещин рудных жил очень сходен с участками Трифоновской и Зеленой жил, что вполне закономерно, так как все они являются зонами общей площади, на которой покровные породы, в различной степени гранитизированные, сохранились на отдельных участках до значительной глубины.

4. Основные результаты документации Ново-Троицкой рудной площади

Площадь является обособленной частью Пластовского рудного поля и переходной к рудной площади в южной оконечности материнского гранитоидного массива, расположенной между речками Каменкой и Осейкой, известной под названием Андреевско-Юльевского приискового района (см. рис. 103).

Документация Ново-Троицкой рудной площади выявляет как сходство, так и некоторое отличие ее от Пластовского рудного поля, которые могут быть кратко отражены в следующих положениях.

1. Площадь рассечена гораздо большим количеством разломов, занятых дайками различного направления и состава. Некоторые из них раскрывались неоднократно с заложением второй дайки или испытывали повторные подвижки своих стенок с образованием смятых отслоев породы.

2. На промежуточной площади между шахтами Трифоновская и Партизан были вскрыты гранитизированные покровные породы, представляющие раз-

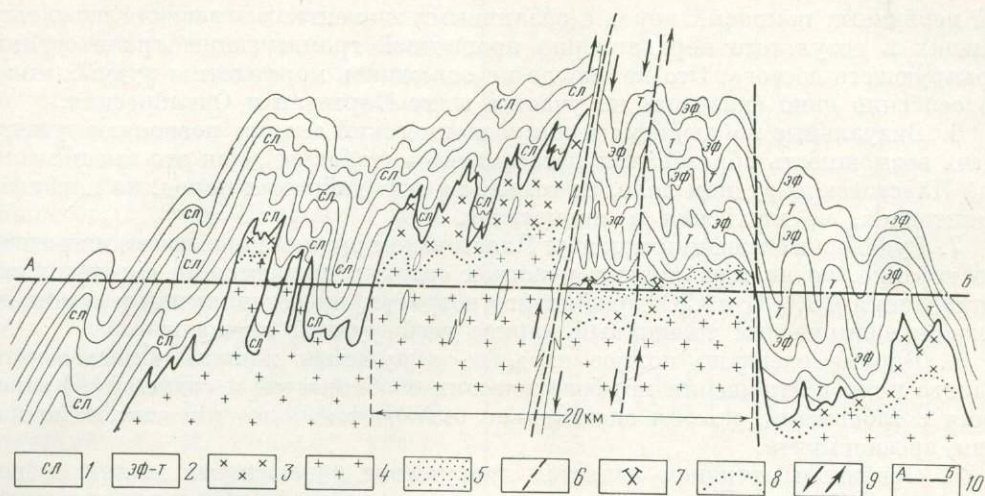


Рис. 152. Схематический поперечный разрез Кочкарского гранитоидного массива через Ново-Троицкий рудник (см. рис. 103).

1 — слюдяные и кварц-хлорит-роговообманковые сланцы (метаморфизованные, осадочные породы) S_1^h ; 2 — эффузивные породы и туфы (андезит-порфиры и альбитофиры) S_1^h ; 3 — гранитоиды; 4 — микроклиновый гранит; 5 — гранитизированный участок покровных пород по линии шахт Трифононская, Партизан, Октябрьская (см. рис. 129); 6 — тектонические разломы — достоверные; 7 — шахты: Трифононская и Октябрьская; 8 — граница фаций гранитоидов; 9 — направление смещения по тектоническим разломам; 10 — уровень эрозионного среза. Вертикальный масштаб сильно увеличен. Ново-Троицкая площадь

личные стадии образования мигматитов — палеосомы и неосомы, включая конечную стадию гранитоида. Это дает основание заменить прежние представления об интрузивном происхождении рудоносного массива вполне доказуемой теперь концепцией о магматическом замещении вмещающих древних пород путем трансмагматических растворов, дающей основание считать решенной проблему пространства, занятого плагиогранитом. Наблюдение этих явлений стало возможным благодаря эрозионному срезу рудной площади, показанному на схематическом широтном разрезе, который объясняет общую структуру рудовмещающего антиклинория (рис. 152).

3. Локальное проявление крупных тектонических разломов-сместителей трех направлений северо-запад, северо-восток и север — юг обусловило групповое расположение сопряженных с ними рудоносных трещин, причем главный меридиональный является омоложенным осевым разломом антиклинория покровных пород. Проявление этих разломов было одновременным с трещинами рудных жил и они по существу являются сместителями не рудных жил, а их первичных трещин, чем и объясняется сходство основной минерализации в них (арсенопирит, пирит).

4. Все рудные жилы находятся исключительно на участках в различной степени гранитизированных покровных пород и тектонических разломов, частично заполненных дайками.

5. Разрозненные группы трещин отдельности и квиважа с меняющимися простиранием и углами падения — от крутопадающих до пологих и нулевых, иногда в обратные стороны, отражают полную зависимость от состава и строе-

ния первичных покровных пород с различными элементами залегания их слоев, ставших в результате неравномерно прошедшей гранитизации гранитоидами варьирующего состава. Это не могло не осложнить морфологию рудных жил, что особенно явно оказалось на участке шахт Партизан и Октябрьская.

6. Визуальные наблюдения и микроскопический анализ позволяют утверждать возможность образования метасоматитов (табашек), как это имеет место и на Пластовском рудном поле, не только за счет дайковых пород, но и за счет гранитоидов, не исключая и мигматитов.

7. Рудоносные трещины как и на Пластовском рудном поле, имеют широтное простирание, но на всех рудных участках они скрещиваются со сместителями направления СЗ, СВ и СЮ додайкового возраста, представляющими основной рудоконтролирующий трещинный каркас всей рудной площади.

8. Вполне очевидно полное сходство с рудными жилами Пластовского рудного поля в отношении морфологических особенностей и совместного залегания с табашками, но они значительно отличаются более высоким содержанием арсенопирита.

9. Основным отличием является присутствие в некоторых жилах низкотемпературной минерализации: халькопирита, галенита, сфалерита и редких минералов из группы сульфосолей свинца, сурьмы, висмута.

10. Учитывая указанное происхождение и наблюдавшиеся различия в составе и строении вмещающих пород, влияющих на морфологию рудных жил, не исключена возможность встречи с глубиной с неожиданными, как это имело место и в верхних отработанных горизонтах, осложнениями элементов залегания рудоносных трещин и вследствие этого с изменениями степени оруденения с положительными или отрицательными последствиями.

IV. Каменский рудный участок известняковой полосы в южном конце плагитгранитового массива

Обособленная группа золотоносных рудных жил с господствующей низкотемпературной минерализацией, состоящей из ассоциирующих в различных пропорциях галенита и сфалерита, расположена в извилине известняковой полосы, прикрывающей западную часть гранитоида. Короткие жилы, образовавшиеся аналогично жилам двух северных рудных площадей, расположены параллельно также в широтном направлении. Установить это помогли наблюдения деталей строения и состава как вмещающего гранитоида, так и обоих разветвлений известняка (рис. 153).

Первое, что следует отметить, это наличие двух региональных глубоких разломов меридионального простирания, закономерно являющихся и здесь первопричиной сопряженных дизъюнктивных деформаций. Один из них — западный, четко фиксируется в рудном карьере Андреевского прииска, а севернее он прослеживался в виде глубокой трещины в западном контакте гранитоида (рис. 154 и 155). В рудном карьере к нему примыкали блоки, изрезанные извилистыми трещинами, соединяющими камеры пещерообразной формы, заполненные свинцовой рудой с содержанием золота и серебра. Вторым рудным компонентом в подчиненном количестве, очевидно, была цинковая обманка, окисленные штуфы которой в виде каламина (галмея) патечной формы

можно было собрать в значительном количестве в отвалах около развалин старинной плавильной печи. Свинцовая руда верхней зоны была нацело окислена и представляла глет, богатый видимым золотом.

Ввиду того что строение месторождения оставалось неясным, нами была запроектирована разведочная скважина. Пробуренная до глубины 105 м, она вошла в гранитоид, а по пути пересекла сильно рассланцованный катаклазированный мраморизованный известняк без признаков оруденения. Однако старейший штейгер А. И. Соколов утверждал, что на дне карьера, с давних пор затопленного, находится неотработанная кварцевая жила с высоким содержанием золота. Это послужило стимулом для пробивки в борту карьера шахточки, которая помогла выяснить интересные структурные детали всего участка.

На горизонте 38 м стенка шахточки обнажила следующую структурную ситуацию, точно зарисованную (рис. 156). Зарисовка подтвердила поверхностные замеры элементов залегания пластов известняка. Оказалось, что меридиональная синклираль известняковой полосы (по Н. К. Высоцкому, 1900) осложнена мелкими брахискладками, в отдельных случаях нарушенными поперечными трещинами со смещением, а также и более поздними межпластовыми скольжениями. Такое скольжение, показанное на рисунке, приоткрывало в шарнире антиклинальной складки полость, занятую проникшим в нее расщепом микроклинового гранита, а при повторном раскрытии — и дифференциатом его (пегматоидной жилы).

Поскольку подобная пластовая жила в известняках обнаружена впервые, состав ее заслуживал определения под микроскопом. Основная крупнозернистая масса состоит из кварца, плагиоклаза (анортит), эпидота, актинолита, хлорита, флогошита и редких зерен пирита. Судя по наличию в первых трех

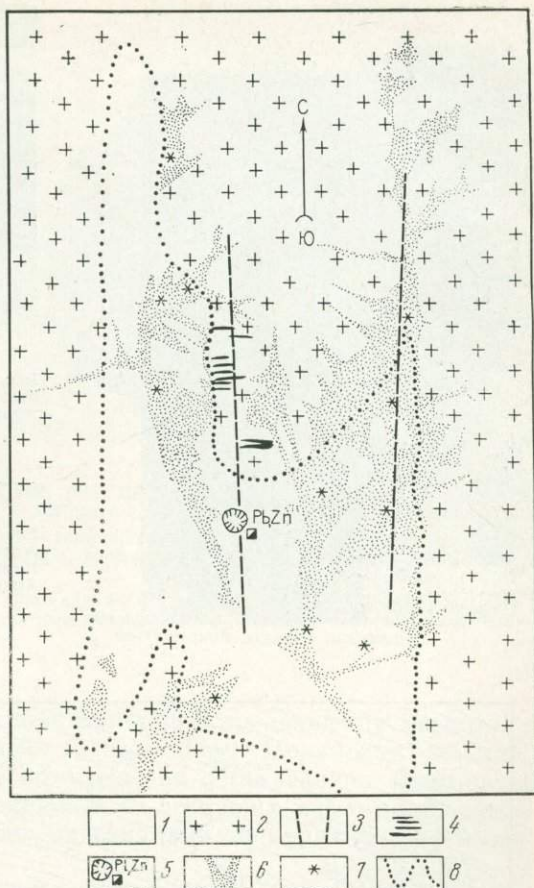


Рис. 153. Рудный участок известняковой полосы в районе р. Каменки в южном конце Кочкарского гранитоида. Геология по Н. К. Высоцкому, тектонические разломы по А. П. Смолину.

1 — известняки S_1^2 ; 2 — гранитоиды; 3 — региональные разломы; 4 — кварцевые золотоносные жилы; 5 — золото-свинцово-цинковое месторождение; 6 — золотоносные россыпи; 7 — местонахождение цветных камней; 8 — границы известняка

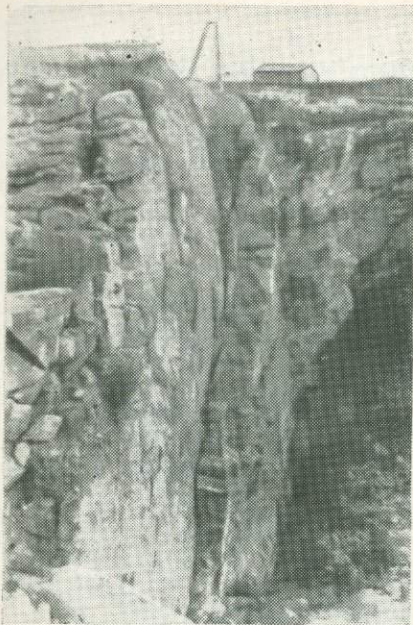


Рис. 155. Меридиональный зияющий тектонический разлом известняка, залегающего на гранитоиде. Андреево-Юльевский участок, в 18 км южнее Ново-Троицкого рудного поля

Рис. 154. Тектонический разлом ($190^\circ \angle 90^\circ$) в известняке, прикрывающем гранитоидный массив. Карьер свинцово-цинкового месторождения на Андреевско-Юльевском приисковом участке, в 18 км южнее Ново-Троицкой рудной площади

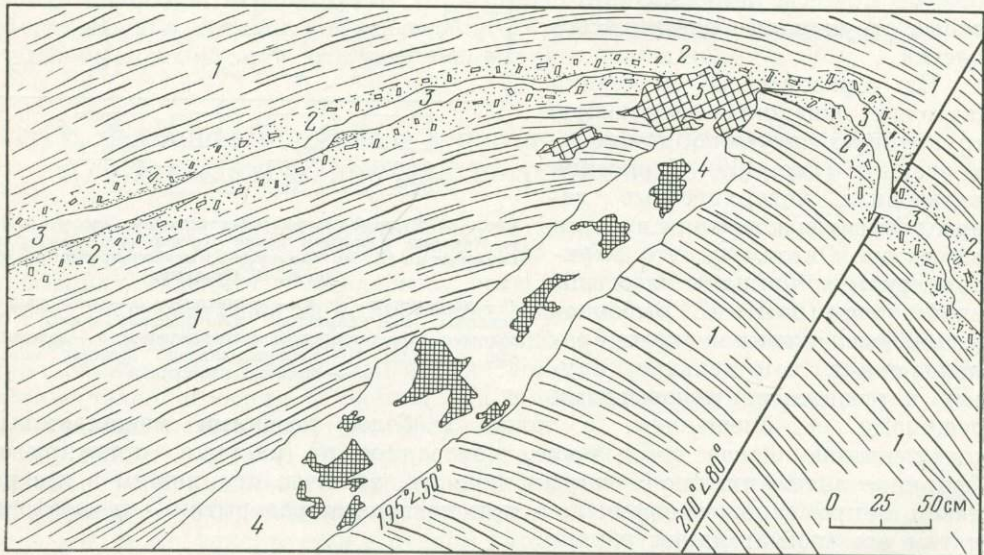


Рис. 156. Антиклинальная широтная брахискладка известняка (1) с седловидной пластовой микроклиновой дайкой (2) и пегматоидной жиллой (3). Меридиональная трещина по оси складки заполнена золотоносной кварцевой жиллой с крупными включениями пирита (4), тупо прекращающаяся впритык с дайкой и кальцитовым гнездом (5). Стенка шахты на горизонте 38 м в борту Андреевского свинцового рудника. Район рч. Каменки, в 18 км южнее Ново-Троицкой рудной площади

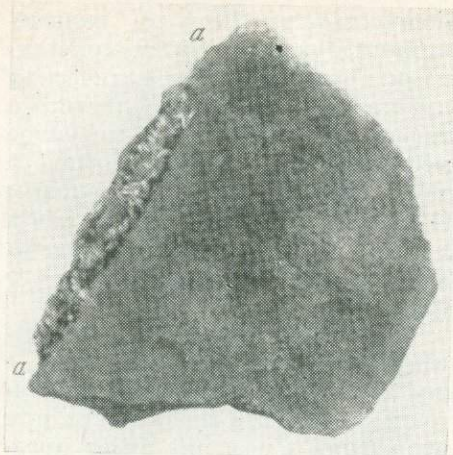


Рис. 157. Штуф пластовой жилы микроклинового гранита, вмещающей пегматоидную жилу (а) в замке антиклинальной брахискладки известняка, перекрывающего гранитоидный массив (см. рис. 156). Горизонт 38 м шахты в карьере свинцово-цинкового месторождения на участке Андреевского прииска, в 18 км южнее Ново-Троицкой рудной площади

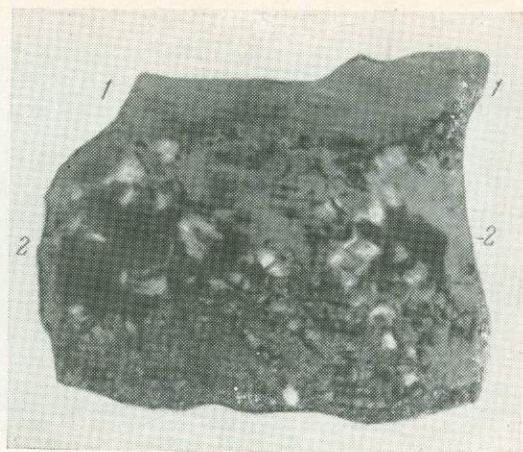


Рис. 158. Штуф пегматоидной пластовой жилы в контакте с микроклиновой дайкой в известняке.

1 — микроклиновая дайка; 2 — пегматоидная жила: кварц, флогопит (черное), эпидот, актинолит, хлорит, пирит.

Горизонт 38 м шахты на Андреевском свинцовом месторождении района р. Каменки, в 18 км южнее Ново-Троицкой рудной площади

минералах кальция, пегматоидный расплав при своем продвижении метасоматически взаимодействовал с вмещающим известняком. Призмочки эпидота окаймляют таблочки анортита, за счет которого они образовались. Флогопит, как известно, часто встречающийся в пегматитах, секущих известняки, здесь представлен крупными зеленоватого цвета пластинками, на краях замещаемыми хлоритом (рис. 157, 158).

Самой последней стадией деформации известняковой складки был разлом по ее оси, занятый золотоносной кварцевой жилкой с крупными вкраплениями пирита и тупым окончанием у камеры с кальцитом в полости скольжения (см. рис. 156).

Основное значение шахтной зарисовки заключалось в подтверждении того, что полосы известняков, как и промежуточный рудный участок гранитоида, подвергались значительному широтному сжатию, вызвавшему появление рудных трещин, так же, как это происходило на двух северных рудных площадях общего гранитоидного массива при обязательном присутствии во всех случаях регионального глубинного разлома (см. рис. 154 и 155).

Второй региональный разлом находится восточнее первого и сечет вдоль восточное ответвление известняковой полосы, постепенно сближаясь с контактом гранитоида, по которому обрабатывалась глубокая россыпь, называемая по наличию в ней глубоких карстовых углублений «косиной» (см. рис. 153).

Южнее, в 1,7 км на юго-восток от Андреевского свинцово-рудного карьера, этот разлом проходит в 260 м от восточного контакта с гранитоидом, где он представлен рассланцованной силицифицированной зоной битуминозного известняка

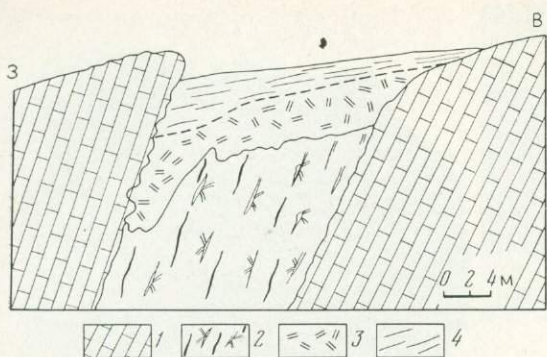


Рис. 159. Меридиональный тектонический разлом, вмещающий коренное месторождение розовых топазов в 260 м от восточного контакта известняка с гранитоидом. По А. П. Смолину

1 — битуминозный известняк; 2 — рассланцованная силицифицированная зона известняка с друзами кристаллов хрустала и розовых топазов; 3 — элювиоделювиальная россыпь с топазами на окарстованной поверхности известняка; 4 — аллювий. Андреевско-Юльевский прииск, в 12 км южнее Ново-Троицкой рудной площади

мощностью до 10 м с включениями друз с плоскими кристаллами хрустала и призматических кристаллов розового и золотистого топаза. Это уникальное коренное месторождение пневматолитового типа, описанное С. С. Смирновым (1925 г.), разведывалось автором в 1949 г. с целью выяснения возможности эксплуатации его (рис. 159).

Минерализованная зона, несомненно, генетически связана с подстилающим известняк гранитоидом и, по всей вероятности, при вхождении в него она будет представлять какую-то разновидность пегматитовых жил.

С такими жилами, вероятно, связаны некоторые драгоценные камни, которые всегда были

спутниками россыпного золота на известняковом плотике в районе рек Каменки и Санарки.

Заслуживает упоминания то обстоятельство, что коренными первоисточниками цветных камней, несомненно, были пегматитовые жилы, до сих пор остающиеся необнаруженными. Допускается следующее объяснение этому: вероятно, первоисточниками были пегматитовые жилы, подобные встреченной и зафиксированной шахтной зарисовкой, т. е. седловидными в антиклинальных брахискладках известняка. Находившиеся в плотике отработавшихся россыпей пологие формы их было трудно заметить, и они вынимались при задрке плотикового россыпного слоя вместе с золотом. Это подтверждается рассказами старателей о том, что кристаллы камней часто встречались на известняковом плотике в виде скоплений, которые, вероятно, представляли элювиальные развалы.

В заключение геологического описания золотоносного Каменского участка отметим некоторые отличительные черты его от северных рудных площадей, а также отдельные моменты истории процветания и упадка района.

1. На нем присутствуют известняки, под восточным ответвлением которого залегает гранитоидный массив. Западное ответвление известняковой полосы в ходе процесса гранитизации перекристаллизовано в мрамор, тогда как восточное ответвление, несмотря на близость к контакту с гранитоидом, сохранило бутуминозность и каменноугольную фауну (членики криноидей). Кроме того, в многочисленных выходах известняка глыбовой формы можно видеть рельефно выступающие включения лучистых кристаллов тремолита. В контактовой зоне с гранитоидом известняк линзовидно рассланцован и несет следы послыного метаморфизма, проявляющиеся в виде полос окремнения и биотитизации. Местами слои известняка, непосредственно прилегающие к гранитоиду, в различной степени гранитизированы.

2. Участок также включает региональные разломы и был тектонически ослаблен дизъюнктивными и пликативными дислокациями, вызвавшими появление в гранитоиде крутопадающих широтных, а в известняке седловидных пластовых трещин.

3. Золоторудные кварцевые жилы характеризуются незначительным присутствием высокотемпературных минералов — арсенопирита и пирита, характерных для жил северных рудных площадей, но обильным присутствием низкотемпературных минералов — галенита и

сфалерита, парагенетически связанных с золотом. В данном случае это явление может объясняться минеральной фацией в особых условиях режима $P - T - X$. Вмещающими породами для рудных жил были мраморизованные известняки, которые, будучи деформированными и значительно гранитизированными, представляли собой среду быстро охлаждавшуюся, и поэтому крутопадающие трещины заполнились низкотемпературными сульфидными свинца и цинка, осаждавшимися в трещинах при возобновлявшихся более поздних подвижках в них.

4. Даек нет, но присутствуют более ранние, чем рудные жилы, безрудные кварцевые жилы с кристаллами светлого и дымчатого качественного хрусталя, который наравне с цветными камнями был предметом добычи при отработке россыпей.

5. Первоисточниками цветных камней (эвклаз, рубин, александрит и др.) являлись седловидные пегматоидные жилы в шарнирах брахискладок известняка.

6. Коренное месторождение розовых топазов, представляющих в данном случае уникальное явление в мировой минералогии, приуроченное к расслабленной зоне регионального разлома в битуминозном известняке, остается до сих пор только вскрытым на поверхности, но несомненно, заслуживает более глубокой разведки карьером, хотя бы на несколько десятков метров вглубь в наиболее продуктивном южном конце разлома.

7. Южнее Каменского участка в гранитоиде и в зоне выклинивающихся ответвлений известняковой полосы короткие золотоносные жилы широтного простирания, как и россыпи с известняковым плотиком, еще встречаются до р. Санарки, которая по существу является южной границей золотоносности Кочкарского гранитоидного массива, преданной забвению еще в дореволюционный период.

8. Судя по наличию на известняковых площадках Андреево-Юльевского прииска сохранившихся круговых углублений (рис. 160), образовавшихся, несомненно, в результате размола золотоносной руды, добыча золота в Кочкар-



Рис. 160. Круговое углубление на известняковой площадке для размола золотоносной руды древними племенами, населявшими Кочкарский район. Участок Андреево-Юльевского прииска по рч. Каменке

ском районе производилась значительно раньше, вероятно, в древнее время племенами, населявшими Южный Урал. Размалывалась руда примитивным способом: каменной глыбой, закрепленной на конце бревна, соединенного со штырем, вращавшимся в центре круга (на фото видно углубление). В качестве силы для вращения использовали домашнее животное.

Таким способом можно было размалывать исключительно рыхлую руду (некварцевую), каковой могла быть только охристая свинцово-цинковая, как указывалось выше, имевшая богатое содержание золота в поверхностной зоне ближайшего Андреево-Юльевского месторождения, обрабатывавшегося в до-революционный период глубоким карьером.

V. Заключение

Проведенные геолого-структурные наблюдения в пределах всего Кочкарского рудоносного гранитоидного массива еще в 1948—1949 гг., а в последующих более внимательно пересмотренные и изученные (1960—1966 гг.), позволяют сделать следующие выводы.

С очевидностью устанавливается, что формирование гранитоидного комплекса проходило длительно путем гранитизации покровных, различных по составу и строению древних пород, граничащих с западной и восточной сторон его.

Проблема пространства, занятого рудоносным гранитоидом, простирающимся в северном направлении до 56 км при ширине в 10 км, определяется следующими последовательно сменявшимися тектоно-магматическими этапами.

Полоса древних континентальных пород, включавшая осевые древние разломы, затем получившая в результате орогенических вертикальных и горизонтальных блоковых смещений форму сложного складчатого антиклинария, была еще более осложнена неравномерно распределившимися поперечными и диагональными дизъюнктивными и пликативными нарушениями, последовательно и избирательно выполнявшими роль каналов.

В первую очередь по ним поднимались из глубинного магматического очага высокотемпературные трансмагматические растворы, включавшие летучие и растворенные компоненты (SiO_2 , K, Na, Mg, Fe, CO_2), заимствованные из субстрата, осуществляя на своем пути гранитизацию пород, чему способствовали блоковые передвижки.

Проникновение растворов путем диффузии и инфильтрации особенно энергично проходило по трещинам и плоскостям скольжения в породах на участках наиболее дислоцированных вследствие неравномерно распределявшегося широтного сжатия. Особенно мобильными в этом отношении оказались Пластовская, Ново-Троицкая и Каменская рудные площади, естественно, ставшие ареной наиболее усиленных проявлений дайковой интрузии и гидротермального рудного процесса.

На промежуточных участках гранитоида, лишенных даек и рудных жил вследствие меньшей степени сжатия и дизъюнктивных нарушений их, гранитизация при недостаточном присутствии разломов-каналов, по действовавшим длительно, приводила к образованию монолитных участков гранитоидов; в этом процессе, несомненно, играли роль состав и строение древних пород.

Гранитизация этих пород осуществлялась сквозьмагматическими растворами, поднимавшимися из подкорового магматического очага палингенного типа, мобилизовавшегося в обширной зоне, расположенной, вероятно, в промежутке верхней зоны регионального метаморфизма и более глубокой ультраметаморфической. Породы этой зоны, подвергавшиеся расплавлению под воздействием спазм сжатия, могли иметь первичный состав и строение гранито-гнейсов. О различных формах гранитизации этих пород, особенно сохранившихся в верхних горизонтах Ново-Троицкой площади, свидетельствует присутствие в верхних горизонтах гранитоида полос реликтов гранито-гнейсов, а также лейкократовых и меланократовых разновидностей гранитоида с различными элементами залегания, отражающими несомненно, реликты строения замещенных древних пород (см. рис. 118—124). Эти разновидности с глубиной постепенно сменяются массивным гранитоидом с составом нормального плагиогранита, что знаменует последнюю стадию остывшего расплава.

Остывание расплава происходило быстрее в апикальной части и неравномерно распространялось вниз, где и создавалась зона массивного плагиогранита, строение которого характеризуется закономерным проявлением первичных элементов прототектоники — трещин отдельности.

Подвижность созревшего гранитоидного расплава, сменившего процесс гранитизации, очевидно, была значительна, о чем свидетельствуют полосчатые текстуры гранитоида и включенные в них дезориентированные малые формы оплавленных ксенолитов и особенно тех, которые погружались из верхней части антиклинория, сложенной в мелкоплотчатые складки. С таким строением ксенолиты встречены в массивном и полосчатом гранитоиде близ поверхности и на глубине (см. рис. 108, 123, 124).

Изложенная концепция происхождения рудоносного гранитоидного массива является наиболее приемлемой, тем более что она подкрепляется аналогичными наблюдениями, приведенными в работе В. М. Яновского и Л. Д. Туголесова (1967). Тем самым, производившиеся ранее доказательства о наличии двух Кочкарских интрузий — плагиогранитовой и микроклиновой — теряют силу.

Вследствие различного состава и рассредоточенной степени пликативной и дизъюнктивной дислокаций пород антиклинория появились разобщенные участки различной плотности и податливости их продолжавшимся тектоническим спазмам, вызванным широтным сжатием. Это и привело к обособлению крупных разломов, дайкообразованию и оруденению на наиболее мобильных из них, какими являются Пластовский, Ново-Троицкий и Каменский участки.

При доказываемых способе и условиях образования вмещающего гранитоида нет оснований предполагать наличие каких-то разобщенных центров магматического бассейна, из которых происходила дайковая инъекция диахстивовой части магмы, а затем и подъем гидротермальных рудоносных растворов.

Размеры магматического бассейна, конечно, не ограничивались площадями наибольшего оруденения — Пластовской, Ново-Троицкой и Каменской, так как дайковая интрузия и оруденение, хотя и в незначительной степени проявлялись с перерывами на всем протяжении плагиогранитового массива, не исключая и западного микроклинового, представляющего фацию общей глубинной магмы.

Для разрывных разломов, занятых дайками на Пластовской площади, характерна их прямолинейность выдержанного широтного направления, иногда при неоднократном раскрытии с заполнением различным по составу дайковым расплавом и даже рудным материалом (см. рис. 112, 113).

На Ново-Троицкой площади разломы с обычными криволинейными ограничениями в некоторых случаях имели также неоднократное раскрытие с подвижками стенок, заполняясь дайковой породой различного состава, а в одном случае служили даже сместителями крупной рудной Зеленой жилы (см. рис. 133, 134).

При наблюдаемом многообразии состава даек на обеих главных рудных площадях характерным является преобразование некоторых из них метасоматическим путем, причем устанавливается большое количество разновидностей таких метасоматитов, именуемых «табашками».

Подобному же преобразованию, по нашим наблюдениям, на Ново-Троицкой площади подвергались мигматиты и гранитоиды, что особенно отчетливо проявилось в пунктах сопряжений рудоносных трещин и их сместителей и подтверждается микроскопическими определениями (см. рис. 144, 146, 147).

Как и в предыдущих высказываниях о первоисточнике гранитизации древних покровных пород и дайковой интрузии, еще более значим вопрос о первоисточнике гидротермальных рудоносных растворов, питавших рудные жилы плагитогранитового массива.

Золотооруденение обычно связывается с гранитными интрузиями, и только в некоторых случаях с более основными габбро-диоритовыми, причем взаимная генетическая связь доказывается преимущественно по непосредственной географической близости их.

В геологических съемках Среднего и Южного Урала гранитоидные массивы различного состава и структуры обычно относились к какому-либо интрузивному циклу, а между тем они, как выясняется теперь, вероятно, повторяют пример Кочкарского гранитоидного комплекса, мобилизовавшегося путем магматического замещения древних покровных пород. Явным указанием на такое происхождение гранитоидных массивов будет чередование на их площадях пространственных трещин, изменяющих углы падения от вертикальных до пологих и горизонтальных, что является признаком слоистости континентальных пород, подвергавшихся складкообразованию в процессе орогенеза, в некоторых случаях не полностью гранитизированных (см. рис. 184—187).

В отношении установления генезиса золотооруденения Кочкарского месторождения имеются, как представляется, достаточные основания, чтобы связывать проявление оруденения с единым магматическим очагом, обусловившим, как уже было указано, не только мобилизацию гранитоида, но и проявление дайковой интрузии.

Рудные жилы, кроме того, что они сконцентрированы на трех площадях (Пластовской, Ново-Троицкой и Каменской), присутствуют также и на всем протяжении гранитоида группами (Каменный лог, верховье рч. Кабанки) или рассредоточенно, но всегда в контурах гранитоида.

В пользу признания единого Кочкарского магматического очага как первоисточника гранитизации пород антиклинального поднятия, дайкового расплава и гидротермальных рудоносных растворов свидетельствует и общность про-

явления на огромной площади двух одновременно формировавшихся гранитоидных массивов — плагиогранитового и микроклинового, рудных жил основной золото-арсенопиритовой и отчасти полиметаллической формации, а также месторождений драгоценных и полудрагоценных цветных камней.

Особо следует подчеркнуть, что все кочкарские рудоносные площади включают древние глубинные разломы, являющиеся первопричиной тектогенеза их, участвуя в нем в роли рудоконтролирующих или рудопроводящих каналов. Наблюдениями установлено, что такие разломы используются не только дайковой интрузией, но и рудоносными растворами, о чем свидетельствует наличие в них рудных жил или сульфидных золотоносных прожилков (см. рис. 119, 133, 134, 150). Оказывается, что подобные глубинные разломы являются неотъемлемым структурным элементом всех золоторудных полей не только Урала, но и Сибири.

Принимая во внимание происхождение и строение Кочкарского рудоносного гранитоидного массива, представляется возможным встреча на глубине еще не вскрытых горизонтов с незатухшими признаками мобильности рудных зон, изменения структурных условий, могущих привести к образованию рудных жил с повышенной мощностью и промышленным содержанием золота.

Исходя из последних соображений, консервацию рудных участков рекомендуется осуществлять только в том случае, когда проведена контрольная проходка необходимого количества буровых скважин, в связи с чем было бы целесообразным провести такую же ревизию некоторых рудных жил, брошенных частными золотопромышленниками в дореволюционный период.

РУДНЫЕ СТОЛБЫ

1. Этапы изучения рудных столбов

Изучение рудных столбов и, вообще, особо богатых рудных тел возникло в золотой промышленности независимо от их формы и величины и проводилось геологами всех стран. Им всегда уделялось особое внимание как явлениям, имеющим не столько научный, сколько экономический интерес. Поэтому будет уместным проследить, как развивалось учение об этом исключительно интересном геологическом явлении и в какой стадии развития находится оно в настоящее время.

Описание рудных столбов можно встретить во многих трудах как зарубежных, так и советских геологов. О причинах же образования рудных столбов высказываются лишь немногие, ограничиваясь описанием структурной обстановки и состава их. Судя по имеющейся зарубежной и советской литературе, особенно частая фиксация рудных столбов началась в первых десятилетиях текущего века.

Имена зарубежных авторов по данному вопросу упоминаются у В. Линдгрена, В. Эммонса, К. Хьюлина, впервые занявшихся сводкой сведений о рудных столбах и описанием условий проявления их. В большинстве случаев фиксируется структурная обстановка столбов, а иногда только форма их и не уделяется внимания изучению физико-химических факторов, участвовавших в образовании наиболее богатых мест рудного тела.

Очевидно, в связи с этим рудными столбами нередко именуются богатые концентрации наиболее ценного рудного компонента независимо от их формы, пространственного положения и геолого-структурного окружения. В некоторых случаях такие тела (Ore Shoot) более правильно могли бы называться трубами, гнездами, кустами, карманами.

Основной причиной того, что изучению богатых частей рудных тел не всегда уделялось должное внимание, было нежелание частных владельцев, особенно в практике зарубежной золотопромышленности, задерживать добычу ценной руды и нести расходы на дополнительные проходки с целью серьезного изучения структурной обстановки и сопутствующих ей физико-химических процессов. В некоторых случаях, если графическое оформление ситуации трещинной структуры и проводилось, то оставлялось без внимания определение возраста трещинных подвижек — дорудных, междрудных и послерудных, способствовавших накоплению рудного вещества в определенном объеме или расчленявших уже сформировавшееся рудное тело. Редки также случаи, когда учитывалось и изучалось участие метасоматических процессов в формировании обогащенных частей рудных тел независимо от условий проявления их.

Большинство описаний рудных столбов относится к полиметаллическим месторождениям и к более глубокой первичной зоне, и это находит оправдание

в том, что определить верхнюю часть первичного рудного столба или самостоятельный вторичный рудный столб в зоне окисления и в следующей за ней зоне цементации весьма затруднительно вследствие присущих им изменений под влиянием поверхностных реагентов, а также вследствие искажения и даже полного исчезновения первичных структурных признаков. Примеры с описанием формы, состава и структурной обстановки рудного столба в толще всех трех зон в мировой геологической литературе не встречались.

Остается актуальным вопрос о том, к каким богатым рудным телам применим термин «рудный столб». В отечественной и особенно в зарубежной описательной геологической литературе авторы обычно называют так и обогащенные части рудного тела и однородные по составу рудные тела, если они имеют протяженную столбообразную форму и вертикальное или крутопадающее положение. Последние некоторыми авторами именуется трубами.

Рудными столбами часто называются обогащенные части удлиненного рудного тела, а также подобные тела определенного состава, даже если они расположены горизонтально или пологонаклонно.

В. М. Крейтер (1956) предлагает понимать под рудным столбом любую форму обогащенной части рудного тела и считает нецелесообразным пользоваться терминами линза, куст, гнездо.

Следуя этому, однородное богатое рудное тело, имеющее характерную столбообразную форму, назвать рудным столбом нельзя, а всякую любую форму: будет ли это линза, полоса или изометрическое тело любого пространственного положения, но являющаяся обогащенной частью рудного тела, — придется называть рудным столбом. В таком применении термин «рудный столб» не отвечает смыслу древнерусского слова.

Не проще ли оставить часто употребляемые рудничными геологами термины: гнездо, куст, линза, полоса, занорыш, так как они обычно метко характеризуют форму богатой концентрации рудного компонента, независимо от того, будет ли она самостоятельным однородным телом или обогащенной частью рудного тела.

Вызовет затруднение применение термина «рудный столб» при изучении контактово-метаморфических рудных зон, в которых боковые породы замещаются рудой в самых различных формах: в виде полос, маломощных разобъединенных линз и кустов, при этом обычно варьирующей по плотности вкрапленностью ценных рудных компонентов.

Едва ли будет целесообразно также заменять термины «карманы», «гнезда», «занорыши», употребляемые для минерализованных пегматитовых жил (драгоценные камни, слюда, берилл, редкоземельные минералы).

Как следует из приведенных данных, вопрос о применении термина «рудный столб» является дискуссионным, но чрезвычайно важным уже потому, что происхождение обогащенных участков еще очень мало изучено и имеющиеся многочисленные литературные сведения по ним еще критически не обсуждены, чтобы можно было сделать некоторую сводку для составления классификации по структурным и генетическим признакам.

В этом направлении отдельными зарубежными геологами еще в начале настоящего столетия были высказаны некоторые соображения о типах рудных столбов и причинах их проявления на примерах исключительно зарубежных месторождений.

В. Линдгрэн (1928), например, кратко излагает причины образования рудных столбов исключительно в трещинных структурах гидротермальных месторождений в следующем порядке: 1) уменьшение давления и температуры; 2) благоприятный химический характер боковой породы; 3) благоприятный физический характер боковой породы; 4) пересечения. Для всех этих случаев приводятся примеры с иллюстрациями, главным образом из американской практики горнорудной промышленности. Он также упоминает о вторичных рудных столбах поверхностной зоны и подчеркивает, что они характеризуются обычно большим горизонтальным протяжением, в противоположность первичным столбам, преобладающее направление которых вертикальное. Для более ясного представления о пространственной форме рудного столба и размеров им предложена терминология: склонение или скатывание — угол наклона осевой линии; мощность по линии, нормальной к плоскости жилы; забойная длина — горизонтальное протяжение по различным горизонтам выработок, ширина — забойная длина, умноженная на синус угла склонения.

К. Хьюлин (1929 г.) вскоре после В. Линдгрэна (1921—1929 гг.) развил несколько шире представление о структурах, благоприятных для развития рудных столбов гидротермального происхождения. Описанная им группа структур в количестве девяти имеет значение только при наличии в природе повторных небольших сбросовых передвижек в трещинах за время рудной минерализации: 1) изменение простирания жил; 2) изменение падения жил; 3) пересечение жил секущими сбросами; 4) пересечение жил; 5) простые разрывы жил; 6) структуры кручения; 7) седловидные жилы в антиклиналях и в трещинах натяжения в замках складок; 8) минеральные трубы; 9) прочие структуры.

Как явствует из приведенного перечня, основным фактором локализации рудных столбов в первых семи случаях является трещинная структура. Восьмой случай представляет цилиндрическую раздробленную зону, которая после отложения безрудного кварца и некоторого оседания в образующихся полостях заполняется рудным материалом. В число прочих структур автор включает: 1) открытые полости, сохранившиеся в первую стадию и заполненные в последнюю стадию рудоотложения; 2) структуры рассеянных порфировых руд типа месторождения Бингэм.

После К. Хьюлина в своем капитальном труде «Основы экономической геологии». В. Эммонс (1925 г.) посвящает отдельную главу изложению причин, которые имеют наибольшее значение при образовании рудных столбов и обогащенных участков в коренных и россыпных месторождениях. В отличие от предыдущих авторов В. Эммонс рассматривает образование столбов в месторождениях не только жильных гидротермальных, но и в месторождениях другого типа: магматических, метасоматических, контактово-метаморфических и осадочных. Наряду с этим указывается влияние на состав и форму рудных столбов глубины образования месторождения и на изменение их в поверхностной зоне путем вторичного обогащения.

Два года спустя после В. Эммонса, А. М. Бэтман (1949), видный специалист по прикладной геологии США, в своем капитальном труде «Промышленные минеральные месторождения», подчеркивая геолого-экономическую, а не генетическую сторону рудных месторождений, также отводит раздел рудным столбам с обычным определением их как обогащенных частей рудного тела. Он рекомендует термин «рудный столб» ограничить употреблением только для

гипогенной руды, ввиду того что супергенные руды образуются действием различных процессов как из богатых, так и из убогих гипогенных частей жил. Затем следуют указания, что для небольших по размерам и неправильной формы концентраций руды в гипогенной и супергенной зонах на различных рудниках приняты термины: карманы, гнезда, кусты; для очень богатых столбов и малых форм, обычно вторичного происхождения, употребляется термин «бонанца», а трубами называются вертикальные или крутопадающие удлиненные рудные столбы.

В предложенной А. Бэтманом группировке рудных столбов включены следующие восемь случаев: 1) столбы открытых полостей — следствие наличия открытых полостей; 2) столбы пересечения — следствие пересечения жил; 3) экранированные столбы — следствие подпруживания минерализующих растворов; 4) столбы, контролируемые боковыми породами, — следствие влияния боковых пород на осаждение; 5) структурно-контролируемые столбы — следствие структурного контроля; 6) столбы, контролируемые глубиной, — следствие уменьшения температуры и давления; 7) столбы повторяющейся минерализации — следствие последовательных этапов минерализации; 8) столбы невыясненного происхождения — следствие неизвестных факторов.

Первые два, а также четвертый и пятый случаи упоминаются всеми предыдущими авторами и относятся к трещинам и полостям заполнения гидротермальным материалом; для третьего же случая приводятся примеры подпруживания непроницаемыми барьерами — сланцами или глиной сброса в месторождениях замещения. Столбы шестой группы описываются аналогично В. Эммонсу, но с подчеркиванием действия главных физических факторов — температуры и давления. В седьмой группе особо отмечается рост рудных столбов благодаря повторным открытиям трещин внутриминерализационными движениями, приводящими к отложению наиболее обогащенных частей рудного тела. К последней группе отнесены рудные столбы многочисленных месторождений, представляющие затруднения для их интерпретации. Неясность в данных случаях объясняется возможной локализацией химических контролирующих факторов.

Обзор описания рудных столбов и, вообще, особо богатых рудных форм независимо от их величины, сделанный четырьмя видными зарубежными геологами, позволяет сделать следующее обобщение.

За первую половину текущего столетия описанию проявления особо богатых рудных форм, судя по многочисленным литературным данным, уделялось серьезное внимание, причем применявшаяся терминология не вызывала дискуссий, хотя во многих случаях разными авторами совершенно аналогичные по форме и происхождению рудные тела назывались то рудными столбами, то трубами, если они имели вертикальное или крутое падение. Такие же тела при горизонтальном или пологом расположении как в эндогенных, так и в осадочных месторождениях назывались рудными полосами, линзами. К малым рудным телам неправильной формы в тех же условиях применялись названия — кусты, гнезда, а для месторождений благородных металлов — бонанца.

В подавляющем числе примеров обогащенных рудных тел гидротермального типа описывается структурная обстановка и форма, однако при отсутствии изучения физико-химических причин образования их. Только в редких случаях указывалось влияние последних: температуры, давления и характера пути и концентрации термальных растворов.

Если К. Хьюлин дает таблицу рудных столбов только по структурным признакам, то В. Эммонс дополнительно указывает на возможность образования первичных рудных столбов в контактово-метаморфических месторождениях путем замещения, в пегматитовых жилах путем магматической сегрегации, а в зонах выветривания — вторичных рудных столбов.

А. Бэтман таблицу типов рудных столбов строит с учетом не только структурной обстановки, но и физико-химических факторов. Однако он признает, что известно большое количество рудных столбов невыясненного происхождения.

Не меньшее внимание описанию и изучению рудных столбов и обогащенных частей рудных тел было уделено и в нашей отечественной геологической литературе за тот же период времени, причем первое понятие о них дано еще М. В. Ломоносовым (1763 г.).

Однако планомерное развитие учения о рудных столбах началось только с момента организации советского горного хозяйства, и в первую очередь на крупных законсервированных месторождениях, принадлежавших почти исключительно иностранным компаниям. На многих таких месторождениях, изучение структуры которых ранее частными предпринимателями не проводилось, не только дорабатывались оставшиеся руды, но благодаря новому прогрессивному направлению в области структурной геологии были открыты новые богатые запасы.

На данный отрезок времени накоплен огромный фактический материал по структурам месторождений всех полезных ископаемых, и естественно, что в них уделено повышенное внимание факторам скопления особо богатых руд.

Наиболее ранним трудом, который заложил основу представлений советских геологов о рудных столбах и, вообще, об обогащенных участках в рудных месторождениях, является курс рудных месторождений К. И. Богдановича, изданный в 1912—1913 гг. Этот курс не потерял научно-познавательного значения и сейчас на основе описаний очень большого количества месторождений, как зарубежных, так и отечественных. В нем дается понятие о формах обогащенных частей рудных тел — гнезд, столбов, бананцев, карманов (стр. 116, т. I; стр. 31—32, 43, 199, т. II).

Краткие сведения об этих структурных формах начали появляться в учебных пособиях по рудным месторождениям.

Так, в одном из учебников по рудничной геологии (Альбов, Быбочкин, Логиновский, 1956) предложена по существу сокращенная группа первичных рудных столбов по К. Хьюлину в количестве трех, но только на структурной основе и рекомендована классификация семи случаев гипергенных рудных столбов и обогащенных участков в жильных месторождениях, иллюстрированных схематическими рисунками.

За последнее десятилетие вклад в учение о рудных месторождениях преимущественно гидротермального типа сделан Ф. И. Вольфсоном (1955, 1962). На основании ознакомления с зарубежной и отечественной геологической литературой, а также личных исследований месторождений Сибири, Казахстана, Кавказа он в ряде трудов дает описания структур рудных месторождений, обращая внимание не только на формы рудных столбов, но и на структурные и физико-химические факторы, благоприятствовавшие образованию их.

Специальному изучению и описанию рудных столбов посвятил свои труды В. М. Крейтер (1940, 1956). В одном из них он дает полную сводку типов рудных столбов как венчающую современное представление о них, поэтому уместно остановиться на рассмотрении ее более подробно. При описании приведенных примеров рассматривается, как он подчеркивает, только структурная сторона вопроса и для каждого типа указывается отечественное месторождение.

Типы структур рудных ловушек (рудные столбы). (По В. М. Крейтеру, 1956)

Структурное положение рудных ловушек

1. Участки приоткрывания при относительном движении боков] трещин
2. Участки пересечения трещин
3. Участки сопряжения трещин
4. Участки внутриминерализационных открытых швов
5. Участки отделения оперяющих трещин от главного канала
6. Участки раскрытия старых трещин или межпластовых контактов вблизи плоскостей движения
7. Участки «расширения» трещин при переходах в более хрупкие породы
8. Участки «экранирования» трещинами, сбросами и непроницаемыми породами
9. Участки разветвления трещин
10. Участки приоткрывания в складках волочения
11. Участки перехода каналов в зону дробления
12. Участки куполовидных осложнений в шарнирных и крыльевых зонах складок
13. Участки пересечения трещинами «благоприятных» пород
14. Участки пересечения трещинами контактов пород, различных по физическим свойствам

Рудные столбы первого и второго типа встречаются особенно часто и поэтому многочисленные описания их можно найти как в советской, так и в зарубежной геологической литературе. Совершенно очевидно, что второй тип чаще встречается при пересечении трещин в острых углах в результате большого раздробления боковой породы в таких участках. Но известны многие случаи и отсутствия их, когда рудная минерализация пересекающихся трещин происходит одновременно.

Третий тип по существу представляет разновидность второго типа и мог бы быть выделен как подтип.

Установление четвертого типа очень важно, но не всегда своевременно обнаруживается при ускоренной выемке богатой руды и незамедлительном креплении выработки, требуемом правилами технической безопасности при проходе тектонически ослабленных зон.

Пятый тип, так же как и третий, по характеру сопряжения трещин представляет частный случай второго типа. Характер пересечения и сопряжений трещин в пространстве настолько разнообразен, что пришлось бы увеличить количество типов рудных столбов и тем осложнить таблицу.

Шестой тип, как отмечает сам автор, является разновидностью предыдущих или точнее разновидностью второго типа.

Седьмой тип графически выглядит очень отчетливо и эффектно и всегда при встрече легко фиксируется. Для этого типа обычны две разновидности: 1) оруденение концентрируется только в благоприятной породе; 2) сплошная рудная жила утолщается в последней.

Восьмой тип неоднократно фиксировался как зарубежными, так и особенно часто советскими геологами. Здесь можно отличать разновидности в зависимости

от состава и пространственного положения экранирующего барьера (сланцы, жильная глина, сбросовая зона смятия).

Девятый тип, как отмечает автор, еще недостаточно изучен и поэтому представляется затруднительным для объяснения. Следует, пожалуй, допустить, что он является разновидностью третьего типа и будет более применим для оруденелых рассланцованных зон, где благодаря неравномерному смятию рудные жильные скопления располагаются с некоторыми промежутками.

Десятый тип как разновидность мог бы быть подключен к двенадцатому типу, так как они отличаются только расположением в различных участках складок осадочных пород, рассекаемых сбросами.

Одиннадцатый тип очень схож с седьмым типом, так как в том и другом случае благоприятным фактором для образования рудного столба является встреча одинаково податливых пород, хрупких или дробленых.

Двенадцатый тип по своей форме оригинален и иногда имеет более усложненную форму, чем на классическом месторождении Бендига за счет трещин натяжения в замках складок, что отмечает К. Хьюлин для седьмого типа своей таблицы.

Тринадцатый и четырнадцатый типы можно объединить в один, как две разновидности при пересечениях трещинами благоприятных пород и контактов пород различных по физическим свойствам.

С трактовкой рудных столбов можно ознакомиться в учебнике для вузов П. М. Татарина (1955 г.). В нем приводятся девять случаев проявления рудных столбов с иллюстрацией тех же рисунков и с той же интерпретацией, что и у предыдущих авторов.

Из краткого обзора представлений о рудных столбах следует, что все авторы, как зарубежные, так и советские, приводя примеры и сводки, в основном фиксируют структурную основу, хотя в некоторых случаях в общих рассуждениях и упоминают о влиянии физико-химических факторов, благоприятствующих образованию рудных столбов. Терминология же, применяемая ими к различным обогащенным рудным телам, имеет явно субъективный характер, причем очень важный динамический фактор, который мог бы уточнить определение типа рудных столбов, обычно не привлекал внимание. Имеется в виду интенсивность и пространственное направление движений, создающих рудовмещающие зоны смятия или вызывающих часто повторяющиеся подвижки соприкасающихся блоков в рудоносных трещинах любого происхождения (скола или разрыва). Эти явления не только определяют морфологию и пространственное расположение рудных столбов, но и являются регуляторами пути и фазности гидротермальных, метасоматических и метаморфических процессов, участвующих в образовании минерального комплекса рудных столбов.

Совершенно очевидно, что для создания генетической классификации рудных столбов необходимо учитывать не только динамику структурной обстановки, но и физико-химические процессы участвовавшие в образовании и локализации их. Однако необходимой предпосылкой для этого должна быть структурная классификация рудных месторождений, которая еще находится в стадии подготовки. В этом направлении очень полезное и значительное продвижение сделано В. И. Смирновым (1954), давшим в своем учебном курсе о геологических основах поисков и разведок рудных месторождений перечень рудовмещающих геологических структур эндогенных рудных тел, который

уже сам по себе предваряет условия, в которых могут проявляться рудные столбы. По характеру геологических структур, вмещающих эндогенные рудные тела, структуры в количестве 20 типов распределяются им в следующих шести группах: 1) рудные тела в согласных структурах слоистых толщ; 2) рудные тела в секущих структурах крупных разломов; 3) рудные тела в секущих структурах тектонических трещин; 4) рудные тела в структурах контактов изверженных пород; 5) рудные тела в комбинированных структурах; 6) рудные тела в структурах магматической и ранней постмагматической стадии формирования интрузивов. В конце перечня приводится очень важное указание о том, что морфология определяется не только структурными элементами, но и процессами метасоматического замещения рудовмещающих пород и что морфология может быть изменена после рудоотложения послерудным метаморфизмом.

Очень облегчит установление типа рудных столбов в данной группировке рудных тел введенное понятие о рудоконтролирующих, рудораспределяющих, рудовмещающих каналах, так как учет направления движения рудоносных растворов позволит определить фазность отложения минерального комплекса. Последнее явление, как справедливо им отмечается, остается в ряде случаев для золотоносных и редкометалльных жил невыясненным.

Глава о типах структур заканчивается перечнем рудных столбов, переотложенных в зоне окисления в следующих пяти случаях, иллюстрированных схематичными рисунками: 1) в искривлениях трещин; 2) в искривлениях трещин, сопровождаемых дроблением; 3) в сопряжениях основной трещины с побочными; 4) в участках пересечения основной трещины с побочными; 5) в пересечении основной трещины с пластом благоприятной для оруденения породы.

Большое внимание вопросу о происхождении и типах рудных столбов, преимущественно в месторождениях золота, уделил Н. И. Бородаевский (1960). Он выделяет сульфидные и собственно золоторудные столбы, поскольку некоторые из сульфидов и золото принадлежат к различным стадиям отложения и контролируются различными структурами.

Сульфидные столбы. По структурному окружению и характеру полостей, выполненных сульфидными рудами, он различает: а) столбы открытых полостей, занимающих центральные части жил; б) столбы наложения в пересечениях рудных трещин с породами, осаждающими сульфиды из рудных растворов; в) столбы экранирования рудных растворов при встрече перекрытий рудопроводящих трещин или зон проницаемости вмещающих толщ, замещаемых рудой.

В некоторых случаях образования рудных столбов контролирующими факторами могут быть физико-химические процессы, например уменьшение температуры и давления растворов при встрече с холодными породами или под воздействием прогретых боковых пород при пересечении рудной трещиной еще не остывшей дайки.

Золотоносные столбы. Среди них Н. И. Бородаевский различает новообразованные и унаследованные рудные столбы. К первым относятся те, которые возникают в результате осаждения золота на каком-либо минералоосадителе, выделившемся ранее в ходе рудного процесса или в результате выщелачивания сульфидного комплекса руды, содержащей золото, что позволяет называть столбы реликтивными.

Так как морфологические свойства столбов различны в зависимости от времени образования полостей, целесообразно различать столбы с полостями предрудного, внутрирудного и послерудного этапов.

Поскольку обогащенные золотом участки могут образоваться в условиях окисленной зоны путем отложения золота из гипергенных растворов, целесообразно выделять столбы гипогенные и гипергенные.

Н. И. Бородаевский отмечает, что большая группа рудных столбов в Кочкарском, Ново-Троицком и Бериккульском месторождениях располагается на пересечениях рудопроводящих трещин с жилами или обусловлена внутрижилными подвижками и поэтому он называет их интерминерализационными столбами. Тут же он приводит Джетыгорийское месторождение, первичные столбы в котором он связывает с полостями, формировавшимися в позднерудный период отчетливо выраженными в Белой жиле, которая пересекает все другие рудные тела и образовалась позднее их. Жила сложена безрудным кварцем, но близ пересечения ею мощной пологопадающей сульфидно-кварцевой жилы содержит обогащенные сульфидами золотоносные рудные столбы и гнезда скопления самородного золота». Приводится и рисунок «Реликтовые рудные столбы в жиле послерудного этапа».

Однако приведенная структурная концепция не согласуется с выводами, сделанными по тому же объекту как автором, так и его сотрудниками (П. И. Кутюхин, М. Н. Альбов), изучавшими месторождение в период его открытия и эксплуатации (1928—1947 гг.). В последующем после обнаружения скоплений золота в Белой жиле структурная обстановка ее была описана М. Н. Альбовым (1960) и автором (1970), причем в действительности она представляется в следующем виде.

Белая жила, включающая гнездовые скопления золота, не сечет другие рудные жилы, так как она является более ранней, состоящей из белого кварца с вкраплениями пневматолитового молибденита, отсутствующего в рудных жилах гидротермального типа. По ней прошли пострудные горизонтально-сдвиговые смещения, приведшие к заполнению ее рудной брекчией и жильной глиной, а также к раздроблению богатых золотом гнезд. Сульфидная пологая жила в скрещении дает залиты в плоскость Белой жилы и, обогащенная сульфидами, образует гнезда с крупными самородками. Все эти детали иллюстрируются зарисовками и фото (Альбов, 1960; Смолин, 1970).

П. И. Кутюхин и М. Н. Альбов были склонны доказывать гипергенное происхождение крупных самородков (Альбов, 1960), но их же наблюдения, как и микроскопический анализ (А. П. Переляев, 1948 г.), совершенно бесспорно устанавливают гипогенное происхождение самородков, а именно, зернистое строение их и присутствие включений зерен сфалерита при отсутствии включений супергенных минералов (Смолин, 1970).

Из приведенных данных следует, что если бы Белая жила была более поздней, чем сульфидные жилы, и сгнала их, то наличие крупных гнездовых скоплений золота в скрещении было бы маловероятно. Что же касается вопроса о гипергенном происхождении самородков, то трудно представить образование самородков до 125 кг таким путем. Миграция такого количества металла из ограниченного участка сульфидной жилы при скрещении ее с Белой жилой представляется невыполнимой.

В последнем разделе о рудных столбах Н. И. Бородаевским в двух табли-

дах дается перечень первичных гипогенных рудных столбов в золоторудных месторождениях и вторичных (супергенных) рудных столбов также в золоторудных месторождениях.

В заключении главы о рудных столбах он описывает приемы выявления и изучения рудных столбов, последовательность которых определяется тремя стадиями. Эти рекомендуемые постадийные приемы изучения рудных столбов, несомненно, могут помочь рудным геологам в соответствующих случаях установить не только структурный и генетический тип рудных столбов, но и оценить геолого-экономическое значение их как наиболее сложную часть в строении месторождения в целом.

Хорошим дополнением предложенной группировки структур эндогенных рудных тел В. И. Смирнова, а также классификации золоторудных столбов Н. И. Бородаевского является статья Н. В. Петровской «О некоторых закономерностях размещения рудных столбов и минералогических критериях поисков скрытых участков богатых руд на примерах некоторых золоторудных районов» (1963).

В ней приводится несколько примеров рудных столбов в золоторудных месторождениях, но что особенно важно, уделяется большое внимание минеральному составу и дается объяснение причин обогащения их золотом. По существу это приложимо не только к золоторудным месторождениям, но и к месторождениям полиметаллической фации.

Совершенно справедливо подчеркивается, что минералогические признаки рудных столбов слабо изучены и что «без учета их оценка роли рудоконтролирующих тектонических структур не может быть полной и не гарантирована от ошибок». Указание, что «различия особенностей рудных столбов в месторождениях разных генетических типов и фаций еще не выявлены с полной определенностью», следует принять как указание пути, по которому должно идти изучение рудных столбов.

Называя «продуктивными» наиболее интенсивно развитые золотоносные ассоциации минералов в рудных столбах, автор статьи вводит в употребление очень нужное определение стадийных и фацальных рудных столбов. Основанием для первых служит установление разновременных ассоциаций рудообразующих минералов и среди них той, из которой выпадает наиболее ценный компонент — золото. Основанием для вторых служит приуроченность рудных столбов к пересечениям основной трещины с благоприятными для образования их породами. Пользование четко разграниченными четырьмя периодами рудообразования с подчиненными минеральными фазами, в том числе золотоносными, очень облегчит рудничному исследователю установление состава и причин образования стадийного рудного столба.

Не приходится сомневаться в том, что изложенные в статье Н. В. Петровской данные и выводы, а также классификация рудных столбов В. И. Смирнова и Н. И. Бородаевского будут восприняты геологами как руководящие при изучении и поисках рудных столбов, особенно, если будут учитываться и правильно определяться направление и возраст трещинных и пластических скольжений в блоках, вмещающих любые формы рудных столбов. Эти явления мобильности служат во всех случаях первопричинами появления рудопроводящих каналов, приводящих к локальной концентрации ценных минеральных компонентов.

2. Некоторые примеры рудных столбов различной формы и состава

В течение длительного периода геологической деятельности автору пришлось вести документацию или наблюдать рудные столбы не только в рудных месторождениях золота и платины, но и в таких, где ценным компонентом были вольфрам, берилл, слюда, хрусталь (пьезокварц). Поскольку полученные данные не были отражены в печатных трудах, будет уместным пополнить ими настоящий раздел. Они значительно отличаются от объектов, упоминавшихся в геологической литературе сочетанием структурных и генетических особенностей.

З о л о т о. Среди различных золоторудных месторождений, изучению которых автор уделил многие годы, особенно выделяются кварцеворудные жилы Троицкая и Георгиевская Степняковского месторождения в Казахстане. В них богатые концентрации золота были представлены в виде разобщенных пятен в интерминерализационных трещинах внутри полосчатой текстуры жил, описанных детально в разделе «Золоторудное месторождение Степняк» (см. рис. 22—25).

На месторождении Бестюбе очень богатые разобщенные прослои золота значительной мощности (до 1 см), а также вкрапления крупнозернистого золота в рудных жилах могут быть названы плоскими рудными столбами, образовавшимися в результате интерминерализационных подвижек по внутренним плоскостям жил (см. рис. 39).

На месторождении Старый Берикуль отмечен аналогичный по форме и залеганию рудный столб, отличающийся тем, что высокое содержание золота равномерно выдерживалось по всему рудному слою, образовавшемуся в результате смятия стенок мобильной плоскости внутри жилы (см. рис. 82).

На Васильевской жиле в течение многих десятков лет делались выборки богатых золотом гнезд.

Месторождение представляет собой тектонически ослабленную зону смятия в контакте известняков и пироксеновых туфопорфиров с простиранием 20—30° (ССВ) и крутым падением на восток в 60—75°. Состав смятых пород очень сложный и расчленить его в старательских выработках не представлялось возможным: вероятно, имело место переслаивание известняка с туфопорфирами, согласно пересекаемыми малоомощной дайкой альбитофира, в общем сильно метаморфизованными (рис. 161).

В этой зоне согласно залегает жила, по местному названию «Толстуха», безрудного белого кварца с резко изменяющейся мощностью от 0 до 3 м, слабо минерализованная пиритом. К западу от жилы в сторону известняков породы указанного состава сильно смяты, более значительно импренъированы пиритом и рассечены прожилками рудного кварца мощностью от 1 до 15 см. Эти прожилки значительно минерализованы халькопиритом и галенитом, нацело окисленными в пределах углубки шахт (42 м).

Рудные прожилки мощностью от 1 до 15 см в общем идут поперек расщепления пород, в большинстве своем имеют падение на юго-запад (55—60°) и обычно совпадают с трещинами кливажа вмещающей породы. Эти прожилки, встречая на пути полости удлинённой формы, увеличивали в их контурах свою мощность, образуя раздувы-гнезда, чрезвычайно насыщенные золотом. Отдельные выборки золота из них увеличивались с глубиной и достигали значительного

веса. Чередуясь с некоторым перерывом по простиранию и вкрест вмещающей рассланцованной толщи, гнезда имели общее склонение на юго-запад.

Трещины с этим склонением представляли собою сложную систему разрозненных рудопроводящих каналов, причем рудоносные растворы, достигая ограниченных участков наибольшего смятия в форме удлинненных камер, замедлялись в своем движении, что создавало весьма благоприятные условия для отложения минерального комплекса, чрезвычайно насыщенного золотом. Судя по составу этого комплекса (халькопирит, галенит), отложение золота должно быть отнесено к более поздней стадии рудообразования.

Во время эксплуатации месторождения существовало мнение, что золото в гнездах концентрировалось в условиях вторичного обогащения и что ниже

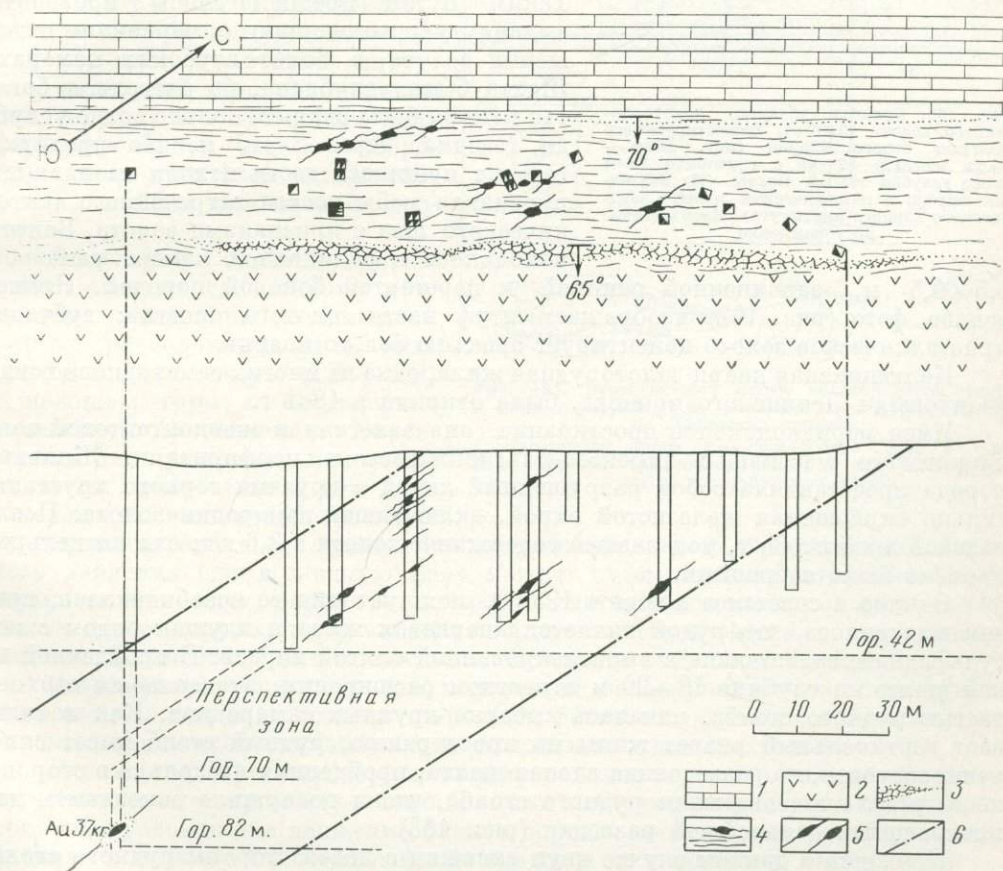


Рис. 161. Геологический план и продольный разрез — проекция Васильевского золоторудного месторождения с кустовым расположением самородков золота в наклонном рудном столбе. Миасский район Челябинской области.

1 — известняк; 2 — пироксеновые туфопорфиры; 3 — безрудный белый кварц; 4 — тектоническая смятая зона; 5 — агрегат прожилкового рудного кварца с самородками золота; 6 — контуры наклонной самородковой полосы

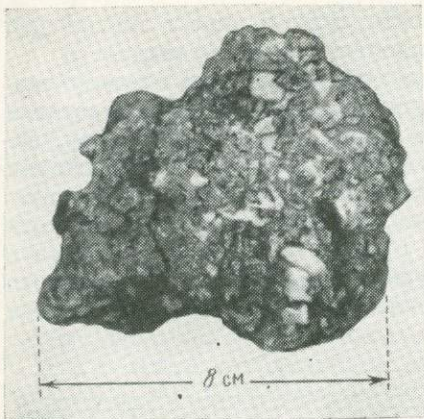


Рис. 162. Сросток губчатого кристаллического золота (548 г), цементирующего брекчию белого кварца (нат. вел.) — часть куста в 37 кг с горизонта 78 м после углубки старой шахты. (Из коллекции автора в геологическом музее Свердловского горного института). Васильевское месторождение

42 м, наибольшей глубины пройденных шахт, оно с окончанием зоны окисления исчезнет.

Минераграфическое изучение штуфов с золотом позволило установить, что золото не является дисперсным и переотложенным, а нацело первичным, отложившимся одновременно с халькопиритом и галенитом, но позднее белого кварца, брекчию которого оно цементирует. Исходя из этого, автор рекомендовал углубить западную шахту до 70 м на подсечение линии склонения гнезд, обогащенных золотом (см. рис. 161). Таким путем предполагалось проверить выдвинутую концепцию о первичном отложении золота в более глубоких камерах. Шахта была углублена, но очередная богатая камера была вскрыта только после углубки гезенка, через 8—10 м. Но проходку гезенка пришлось вести исходя из наличия признаков мобильности встреченного тектонического шва с признаками золота. Золото находилось в удлиненной камере размером

1,5×0,5 м, заполненной глиной и перетертой боковой породой. Приведенное фото (рис. 162) изображает штуф части золотого сростка: губчатое кристаллическое золото цементирует брекчию белого кварца.

Колющинская кварц-золоторудная жила, одна из многих самородковых жил на площади Ленинского прииска, была открыта в 1881 г.

Имея меридиональное простирание, она залегала в экзоконтактовой зоне диоритового массива с пироксен-плаггиоклазовыми порфиритами. Жильная порода представляла собой разрушенный кварц с друзами горного хрусталя, сильно окрашенная железистой охрой, включавшей самородки золота. После валовой пробы в 35 т, показавшей содержание золота в 2,6 г/т, она владельцем прииска была заброшена.

Однако в советское время в 1939 г. эксплуатация ее возобновилась, причем выяснилось, что рудой является кварцевая жила и идущая рядом с ней сульфидная, залегающие в пиритизированной смятой породе. В пройденной по ней шахте на глубине 18—20 м в местном расширении, оказавшемся верхней частью рудного столба, началась выборка крупных самородков. Как показывает вертикальный разрез жилы по простиранию, рудный столб имеет склонение на север, но разведочная слепая шахта, пройденная несколько в стороне, не встретила продолжения рудного столба, что и послужило основанием для прекращения дальнейшей разведки (рис. 163).

Проходка в данном случае двух скважин с левой стороны рудного столба с применением геофизического метода разведки (акустическое прослушивание из скважин) могла бы легко установить вероятное присутствие продолжения рудного столба, тем более что наличие рудопроводящего канала, питавшего уже вынутый рудный столб, представляется несомненным.

В таком положении, к сожалению, остаются до сих пор и другие, не только

соседние, но и подобные им самородковые жилы в других районах. Главной причиной такого отношения к самородковым жилам в дореволюционное время было, во-первых, убеждение золотопромышленников, что самородки золота могут быть только в супергенной зоне и, во-вторых, боязнь нести расходы на углубку шахт с применением механизированного водоотлива (Смолин, 1970).

П л а т и н а. Платиноносность магматического происхождения обладает дунитовый интрузив, вытянутый в меридиональном направлении и являющийся дифференцированной частью габбро-пироксенит-дунитовой магмы; сложен в основном оливином и хромитом.

Выделение платины неразрывно связано со шлирами хромистого железняка линзовидной формы, расположенными в виде расходящегося веера (СЗ — СВ) с подошвы горы к ее вершине в северном направлении. Характерным для дунитового интрузива является присутствие в нем крутопадающих жилоподобных полос серпентинизированного дунита, образовавшихся под воздействием широтного давления еще в жидкую фазу магмы путем аутометаморфизма. Некоторые из них идут рядом со шлирами платиноносного хромистого железняка и пересекают их, что указывает на длительность процесса серпентинизации оливина, начавшейся до и продолжавшейся после выделения хромита.

Создавшаяся таким образом полосчатая неоднородность состава дунитового массива под воздействием широтного давления обусловила появление согласных плоскостей скольжения со смещением отдельных блоков.

В участках сгущения серпентинизированных полос и особенно в пунктах пересечения их с хромисто-железнякавыми шлирами создавались особо благоприятные условия для движения блоков породы, неоднократно повторявшиеся, начиная с момента не остывшей еще магмы и до полного ее затвердения.

По существу, эти явления и предопределили образование рудных столбов (рис. 164).

Выделение платины было длительным: начавшись еще в магматических шлирах сингенетично с хромистым железняком, оно продолжалось в течение последовательных тектонических спазм трещинообразования, что

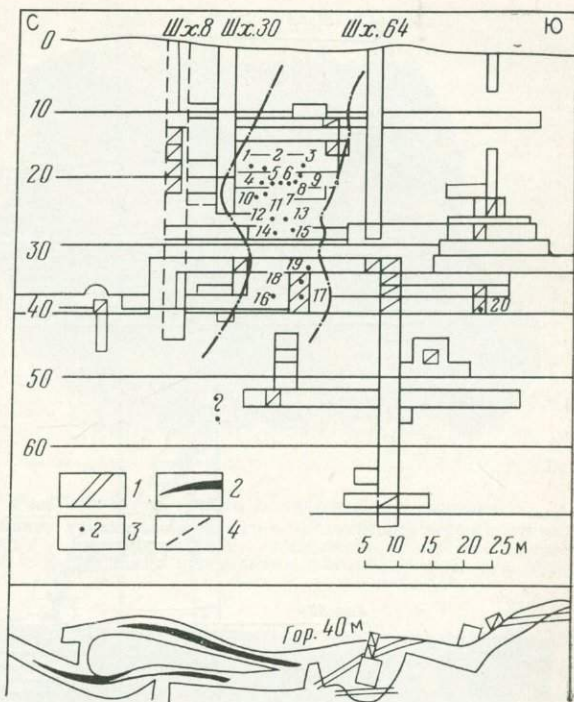


Рис. 163. Вертикальный разрез золоторудного столба и план горизонта 40 м Колочинского месторождения на Ленинском прииске.

1 — кварцевые жилы; 2 — сульфидные жилы; 3 — местонахождение самородков золота и их номера; 4 — контуры золоторудного столба

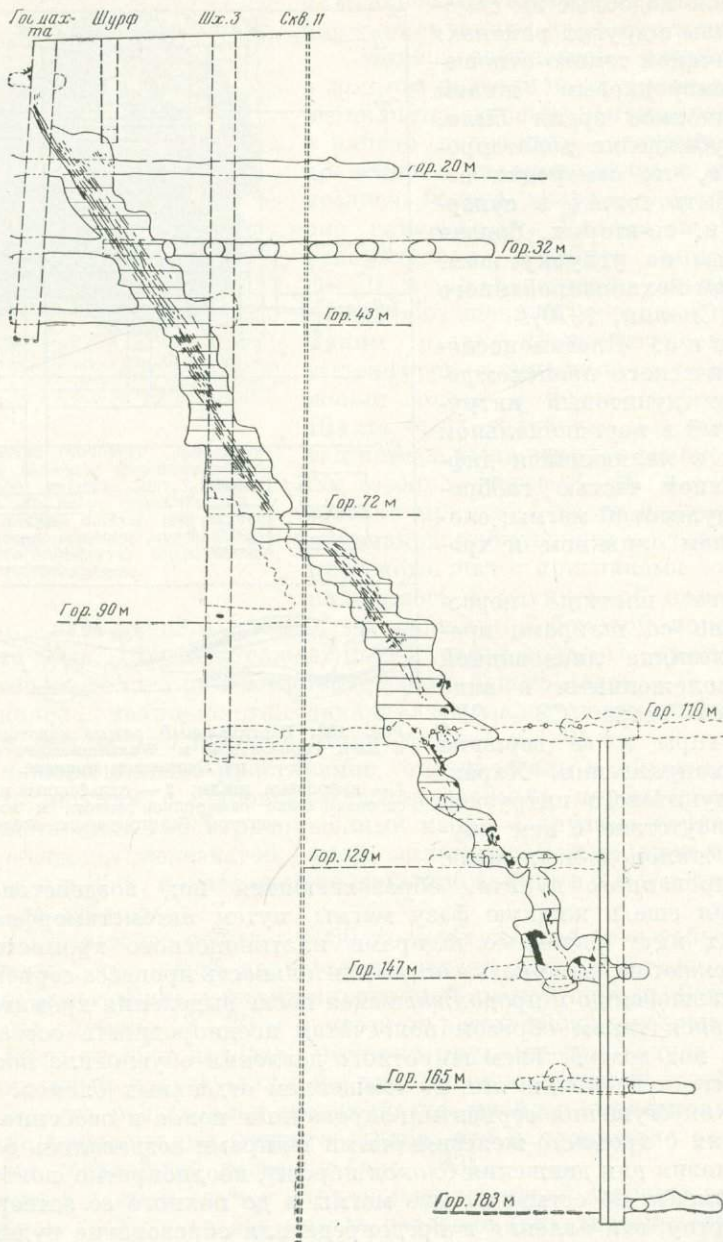


Рис. 164. Вертикальный разрез рудного столба с платиной, Госшахта на Урале

с достоверностью устанавливается изучением включений платины в приводимых аншлифах штуфов (Бетехтин, 1941). На первом из них (рис. 165) зерна платины включены в пределах шпирь, сохранившей свою цельность (1), а рядом по трещине разрыва шпирь (2). На втором аншлифе (рис. 166) брекчия серпентинизированного дунита цементируется хромистым железняком с включением и платины (белое). В некоторых случаях платина цементирует брекчию хромистого железняка (рис. 167).

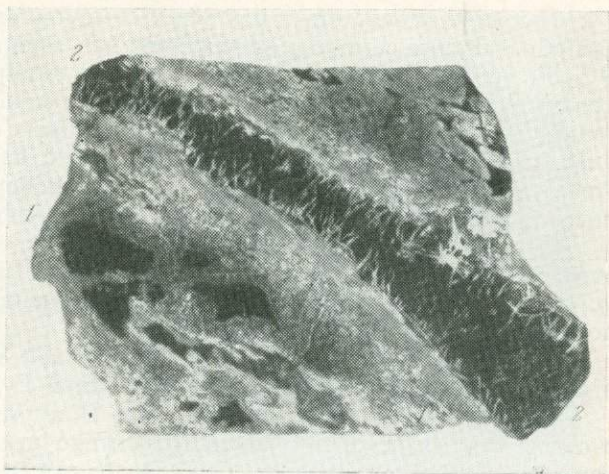


Рис. 165. Штуф дунита с включениями платины. 1 — шпирь хромистого железняка с включением зерен платины (белое); 2 — трещина разрыва, заполненная хромистым железняком с поперечными прожилками платины (белое). 2/3 нат. вел.

Платиноносный рудный столб имеет трубчатую форму, идущую со склонением в 75° в направлении 25° на северо-восток. В строении его участвуют трещины, проходящие в зоне серпентинизированных змеевиков, направление которых в пределах азимутов $240-315^\circ$ с падением под углами в $75-80^\circ$ на северо-запад и северо-восток обуславливает их взаимные косые скрещения, местами со смещением вмещающих блоков, что определяет ступенчатое строение рудного столба. Смещения сопровождалась штрихами и зеркалами скольжения с образованием жильной глины при повторных движениях.

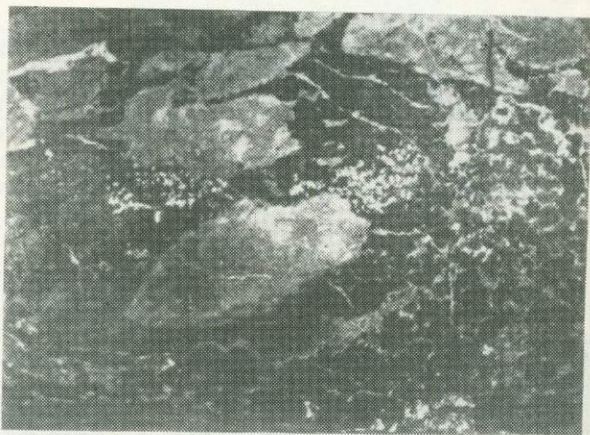


Рис. 166. Осколки брекчированного серпентинизированного дунита цементируются хромистым железняком (черное) с включением платины (белое)

В недрах горы, несомненно, имеется еще немало подобных же рудных столбов, о чем свидетельствует наличие более 150 зарегистрированных на поверхности выходов оруденения, обнаруженных в плотиках отработанных россыпей по логам, спускающимся по южному склону горы.

Указанное оруденение содержалось в эродированной толще мощностью в 200 м дунитового массива до подошвы горы. Вероятно, оно распространяется и на более глубокие горизонты.

Как показывает опыт изучения самородков золота Урала (Смолин, 1970), для образования самородков платины, несомненно, существовали те же условия. В этом убеждают нас известные крупные самородки платины в 9509 и 5123 г, хранящиеся в алмазном фонде СССР. Вес и монолитность они могли приобрести только в полостях в пределах контуров рудных столбов, на что указывает мелкопластинчатая поверхность на первом из них, являющаяся слепком поверхности стенок свободной полости, а шероховатая поверхность второго — ростом самородка в полости, заполненной мелкораздробленным материалом.

Последние находки платиновых самородков были в 1926 г. при дражных отработках нижних участков платиноносных россыпей (рис. 168). Освоение же коренных запасов платины, несомненно потенциальных, остается здесь до сих пор не разрешенной проблемой.

В о л ь ф р а м. Впервые вольфрамовое месторождение на Урале было открыто в 1925 г. и известно под названием Гумбейское (Смолин, 1929).

Интересна история его открытия. В крупной глыбе ноздреватого кварца с охристо-железистой окраской, отчетливо выступавшей на поверхности, студентом — учеником автора С. П. Колодкиным было установлено присутствие кристаллов шеелита. Глыба считалась развалом незолотоносной кварцевой жилы на отводе богатой золотоносной россыпи и поэтому не привлекала внимание бывшего владельца золотопромышленника.

Учитывая величину глыбы и ограниченную площадь рассеяния крупинок шеелита на поверхности, автором были заложены для вскрытия предполагавшегося коренного рудного тела карьер и два шурфа, а затем и шахта на глубину 40 м. Карьер и штрековые рассечки из шурфов ясно определили наличие гнездовых скоплений богатой шеелитовой руды в ограниченном контуре удлиненной формы, контролируемой сбросовым швом и приуроченной к системе кварцевых прожилков субмеридионального направления, секущих контакт гранитоида широтного направления с окремненными амфиболитами и сланцами (рис. 169). Только впоследствии при углубке шахты до 150 и 200 м выяснилось,

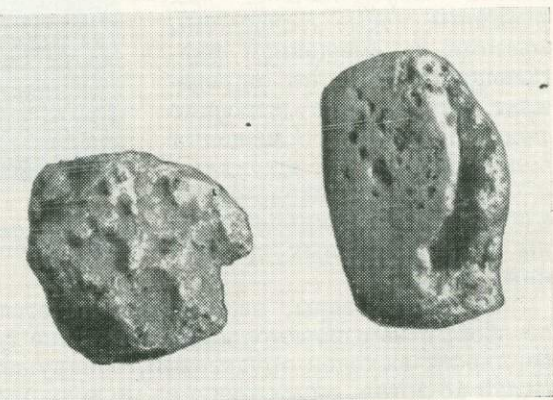
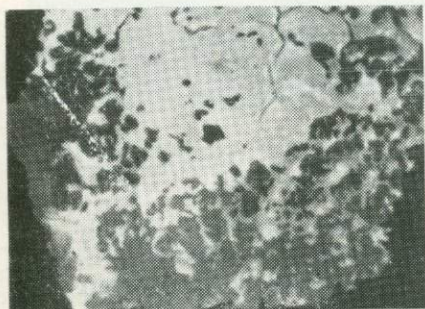
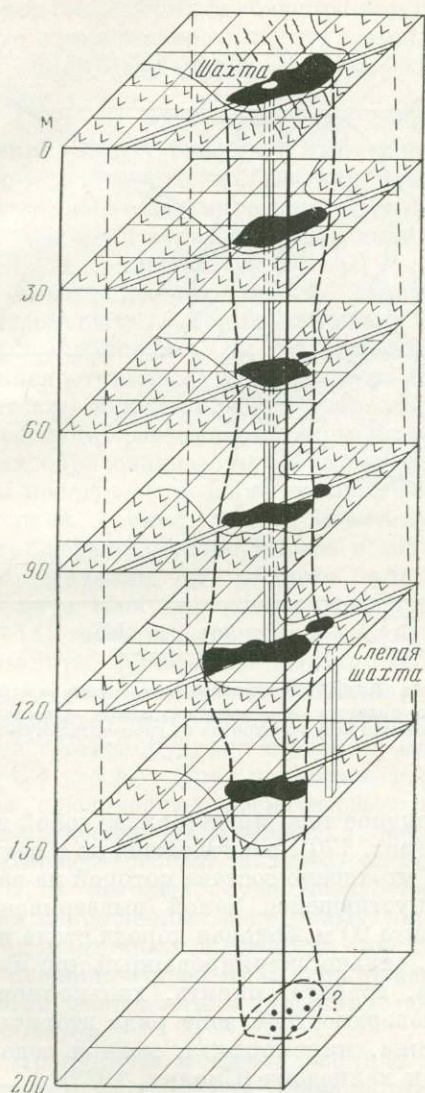


Рис. 167. Часть распиленного самородка платины (белое), цементирующей брекчией хромистого железняка. Ув. 4

Рис. 168. Самородки платины, найденные в 1926 г.



Масштабы: 0 50 100 м Горизонтальный
0 10 20 м Вертикальный

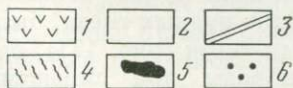


Рис. 170. Блок-диаграмма рудного столба Гумбейского шкелитового месторождения.

1 — порфирит; 2 — гранитоид; 3 — сместитель дорудного возраста; 4 — кварцевые прожилки, поперечные сместителю; 5 — контур рудного столба по горизонтам; 6 — следы буровых скважин

Рис. 169. Вертикальная стенка карьера с вынудой верхней частью рудного столба с шкелитом. Гумбейское месторождение.

1 — тектонический шов дорудного возраста; 2 — кварцевые прожилки меридионального простирания, секущие зону рудного столба; 3 — глыбы сплошной богатой шкелитовой руды рудного столба

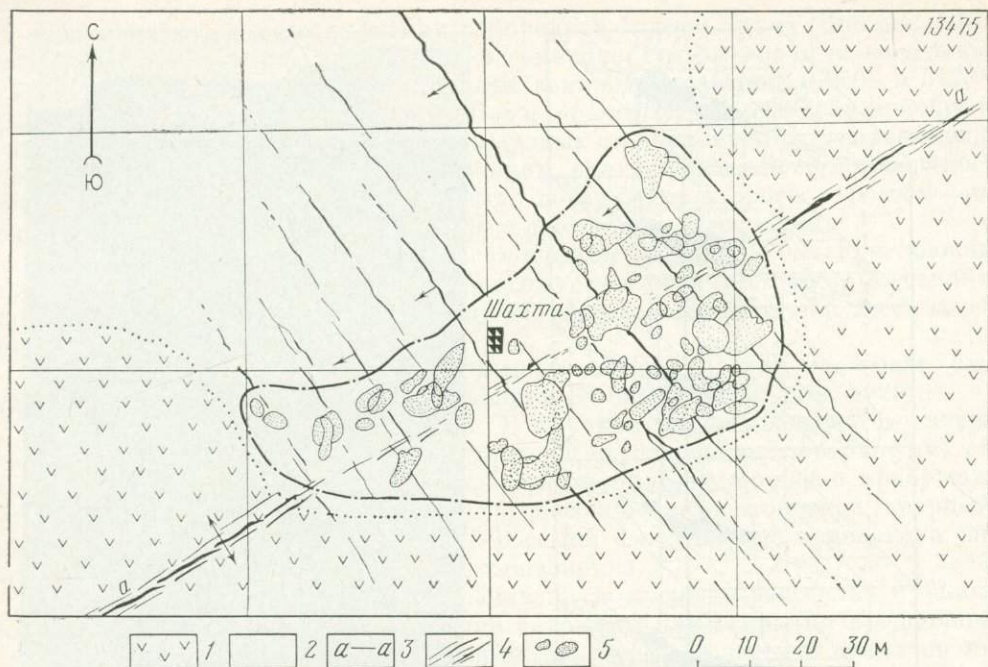


Рис. 171. Структурные условия образования рудного столба Гумбейского шеелитового месторождения. 1 — порфирит; 2 — гранитоид; 3 — сместитель дорудного возраста; 4 — зона кварцевых прожилков; 5 — гнезда богатой шеелитовой руды в рудном столбе в проекции всех горизонтов на горизонтальную плоскость

что контакт имеет извилистый абрис и что рудное тело представляет собой вертикальную, типично трубообразную форму (рис. 170), расположенную в заливе гранитоида во вмещающую древнюю толщу, уточнение состава которой на верхних горизонтах затруднялось глубоко опустившейся зоной выветривания. При выемке рудных гнезд, начиная с горизонта 90 м, боковая порода стала проявляться как карбонатная и как известняк, сильно скарнированный при наличии минералов первичной зоны — эпидота, граната, пирита, халькопирита, тетраэдрита, молибденита, галенита, и в поверхностной зоне ряда вторичных минералов — крокоита, церуссита, ковеллина, пироморфита, медной зелени, вольфрамовых и молибденовых охр, опала и халцедона (Смолин, 1929).

В наиболее мощном главном кварцевом прожилке и в системе более мелких, секущих рудоносную трубу и как бы рассасывающихся во всех встречаемых рудных гнездах, кроме кварца были полевой шпат, эпидот, редкие мелкие включения пирита, халькопирита, и в непосредственной близости в руде кальцит и редкие вкрапления шеелита. Все это позволило прийти к выводу, что кварцевые прожилки, контролирующие локализацию рудных гнезд, были более раннего возраста. Скученной локализации рудных гнезд (рис. 171), очевидно, благоприятствовало интенсивное раздробление породы при скрещении под острым углом сети сбросовых швов и сети кварцевых прожилков, по возрасту

предшествовавших отложению шеелита, часто в виде прекрасных друз кристаллов бипирамидальной формы серого цвета.

Судя по минерализации, месторождение следует отнести к типу контакто-метаморфических, так как процесс контактового метаморфизма и замещения, главным образом известняка, сомнению не подлежит.

Месторождение после проходки контрольных глубоких скважин было законсервировано, но к сожалению, остался открытым вопрос о стратиграфическом положении обособленных глыб известняка, несомненно способствовавших образованию молекул шеелита. При последующей более точной геологической съемке полоса известняков была зафиксирована только в некотором удалении от рудного участка, а в двух-трех скважинах на глубине 65—119 м были встречены в гранитоиде ксенолиты пластовой формы сильно метаморфизованного известняка, что по существу и объяснило присутствие его в составе рудного столба.

С л ю д а. При изучении структуры слюдоносных пегматитовых жил и вмещающих их гнейсов в районе р. Бирюсы особый интерес вызвали жилы, в которых, судя по документации заброшенных вскрышных карьеров и подземных выработок, на рудной площади Нерой были обнаружены, а затем и отработаны участки, обогащенные средне- и крупнолистоватым мусковитом.

Проникнуть к таким участкам и ознакомиться со строением их не представилось возможности. Однако при расчистке и углубке старых поисковых канав по простиранию одной жилы по рч. Тёпса было встречено богатое скопление крупнолистоватого мусковита, которое было вскрыто вертикальной поперечной рассечкой (рис. 172).

Обогащенный участок оказался коротким по простиранию жилы, залегающей в двуслюдяном гранатовом гнейсе, но круто ушел в глубину и поэтому может быть назван рудным столбом. Он оказался слепым, так как к поверхности от него прошли по слоистости гнейса только тонкие проводники среднезернистого пегматита с очень мелкими вкраплениями мусковита. Такого же состава пегматитовая жила на всем ее протяжении, как и в лежащем боку рудного столба.



Рис. 172. Вертикальный разрез сленной камеры пегматитовой жилы, обогащенной мусковитом. 1 — двуслюдяной гранатовый гнейс; 2 — пегматит среднезернистой структуры с мелким мусковитом; 3 — кварц крупноблочковой структуры с крупным пластинчатым мусковитом и апатитом (замещающий комплекс); 4 — ксенолит гнейса в кварце; 5 — осыпь

Это более ранняя порция пегматитового расплава, за которым последовала порция минерального кварцевозамещающего комплекса крупноблоковой структуры, включающего крупнолистоватый мусковит размером в поперечнике до 30 см и вкрапленность апатита.

Поскольку пегматитовая жила имеет криволинейные ограничения на всем протяжении, разлом, занятый ею, следует отнести к типу разрывных с явно двукратным раскрытием, на что указывает соприкосновение по резко выраженной спайке среднезернистого пегматита с минерализованным кварцем крупноблоковой структуры рудного столба. Причину же локализации и крупного роста кристаллов мусковита следует видеть в резком замедлении поднятия пегматитового расплава при достижении камерного тупика, в котором соответствующие температура и давление оказались благоприятными для роста крупных кристаллов мусковита.

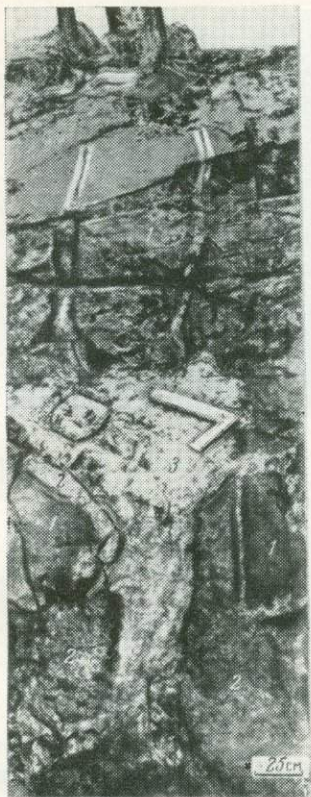
Подобные случаи могут встретиться в практике разведки минерализованных пегматитовых жил и поэтому поверхностные участки утонения их до мощности проводников не следует оставлять без инструментально-геофизической проверки, особенно, если проводники сопровождалась признаками мобильности (штрихи скольжения).

Б е р и л л и й. Аналогичный рудный столб наблюдался в бериллоносной пегматитовой жиле. Выход жилы по простиранию прослеживался в виде развала глыб и тонких проводников среднезернистого состава, но она была хорошо обнажена в левом, очень крутом борту речки (рис. 173). На поверхность жилы вышла маломощным проводником с образованием несколько глубже камеры, заполненной кварцевозамещающим комплексом крупноблоковой структуры с гигантскими кристаллами берилла, росту которых, очевидно, были благоприятны те же условия, что и в предыдущем случае с мусковитом. Первая стадия заполнения типично разрывной трещины была гранит-пегматитовая с вкраплениями очень мелких кристаллов черного турмалина. Остатки частично замещенного гранит-пегматита резко ограничиваются в обоих контактах при наличии на поверхностях его глубоких горизонтальных борозд скольжения, цементируемых замещающим комплексом кварца с включениями кристаллов берилла. Из этого следует, что отложение последнего как второй стадии формирования пегматитовой жилы происходило при повторном раскрытии трещины путем сдвигового перемещения стенок ее (рис. 174). Турмалина в кварце нет, но он присутствует внутри кристаллов берилла, что отчетливо видно в одном из них в левой части рудной камеры и что убедительно определяет более раннюю стадию его появления с гранит-пегматитом.

Из двух приведенных примеров обогащенных рудных камер в пегматитовых жилах совершенно очевидно, что такие явления, по-видимому, нередки и их следует предвидеть при разведках пегматитовых жил, применяя соответствующие методы геофизической разведки.

Г о р н ы й х р у с т а л ь. Летом 1941 г. автор на Урале отметил обильную высыпку осколков горного хрусталя. Первая вскрытая хрусталеносная жила оказалась богато насыщенной крупными кристаллами дымчатого горного хрусталя (рис. 175).

Последующее изучение месторождения установило, что строение и состав хрусталеносной площади чрезвычайно сложны. Вмещающими породами являются в основном парагнейсы и сланцы при явно выраженном широтном на-



ковой структуры с крупными кристаллами берилла (замещающий комплекс: кварц, полевой шпат, берилл с включениями мелких кристаллов турмалина). Один кристалл берилла (слева) в поперечном сечении, другой (справа) в двойниковом срастании

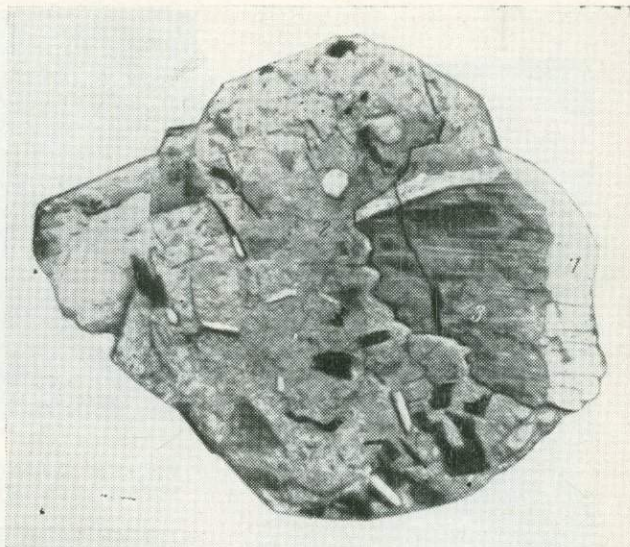


Рис. 174. Штуф бериллиеносной пегматитовой жилы, образовавшейся в результате двукратного разверзания трещины. 1 — гранит-пегматит; 2 — замещающий комплекс крупноблоковой структуры с кристаллами берилла; 3 — интерминерализационные штрихи скольжения

Рис. 173. Вертикальный разрез слепой камеры пегматитовой жилы, обогащенной бериллом.

1 — гнейс; 2 — пегматит-гранит с вкраплениями мелких кристаллов черного турмалина; 3 — пегматит крупноблоковой структуры с кристаллами берилла (замещающий комплекс: кварц, полевой шпат, берилл с включениями мелких кристаллов турмалина). Один кристалл берилла (слева) в поперечном сечении, другой (справа) в двойниковом срастании

правлении крупных разломов в них, занятых дайками, и сопряженных с ними дизъюнктивных нарушений различных направлений, вызывавших блоковые смещения. В общем на всей хрусталеносной площади тектонические нарушения проявлялись повторно, и наиболее ранние из них предопределили локальную жильную хрусталеносность. Подвижки по жилам неоднократно повторялись, даже в постминерализационную фазу, что приводило, как это показывает фотоснимок, к раздроблению кристаллов хрусталя.

Судя по присутствию в хрусталеносных жилах таких минералов, как адуляр, турмалин, герсдорфит, миллерит, анкерит, наблюдаемых в виде вкрапленников в полосчатой текстуре, минерализация проходила последовательно в соответствии с тектоническими спазмами, облегчавшими возгон пегматоидных и гидротермальных эманаций в температурном интервале от 400 до 150° С.

2. Несколько иные условия образования хрусталеносных погребков существовали в других районах. В 1945 г. специально посланной разведочной партией выяснялись первоисточники крупных кристаллов хрусталя, встречавшихся в старательских золотодобычных дудках.

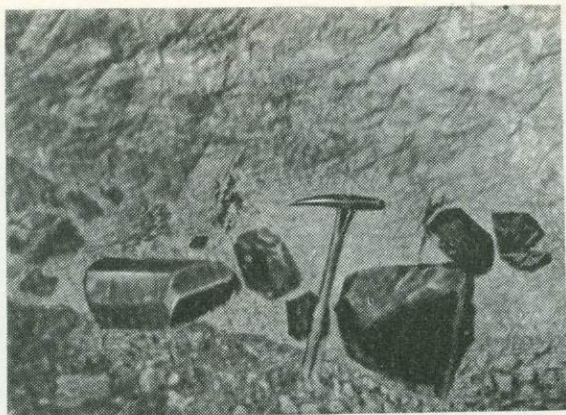
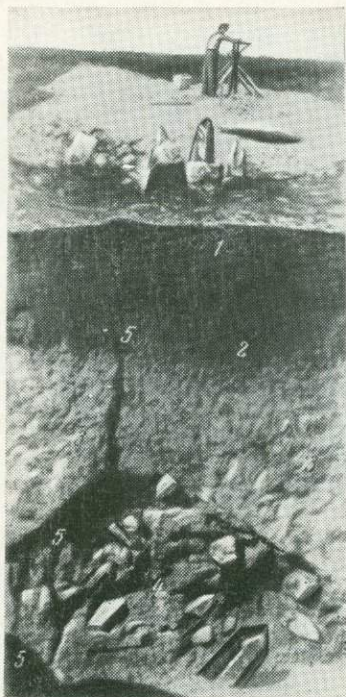


Рис. 176. Элювиальный развал кристаллов дымчатого хрустала из погребка, вскрытого глубже шурфом (см. рис. 177)

Рис. 175. Хрустальный погребок в протяженном широтном разломе, вскрытый широкой поперечной канавой и по простиранию дудками.

1 — черноземный поверхностный слой; 2 — плотная коричневая глина; 3 — выветрелая лейкократовая порода с включениями кристалликов хрустала (метаморфизованный парагнейс); 4 — погребок с кристаллами дымчатого хрустала высокого качества; 5 — постминерализационная трещина с дробными кристаллами хрустала в контурах первичного разлома

При проведении автором на одном из хрусталеносных участков ряда наблюдений в разведочных канавах и дудках в одной из них были установлены под богатым элювиальным развалом кристаллов хрустала (рис. 176) следующие структурные условия образования хрустального погребка (рис. 177).

Разлом прошел в зоне сильно смятых слюдистых сланцев, и образовавшиеся вследствие этого межблоковые полости рваной формы в первую очередь были заполнены микрогранитом 2 и дайковой породой 3. Затем при последовавшем охлаждении инъецированной катаклазированной зоны наступило сокращение объема и появление криволинейных трещин, заполненных пегматоидным полевым шпатом 4, а наиболее крупная полость послужила благоприятной средой для роста крупных кристаллов хрустала 5. Здесь, как и в описанном выше случае, образование хрустала следует отнести к пегматоидной фазе минерализации.

3. Проблемы образования рудных столбов

Под таким названием издан в 1972 г. сборник статей геологов, описывающих локальное повышенное содержание ценных компонентов и рудные столбы месторождений золота, цветных, черных и редких металлов. Приведенные выше примеры рудных столбов различных типов, описанные исключительно по личным наблюдениям автора, будут, несомненно, не лишним дополнением к сборнику.

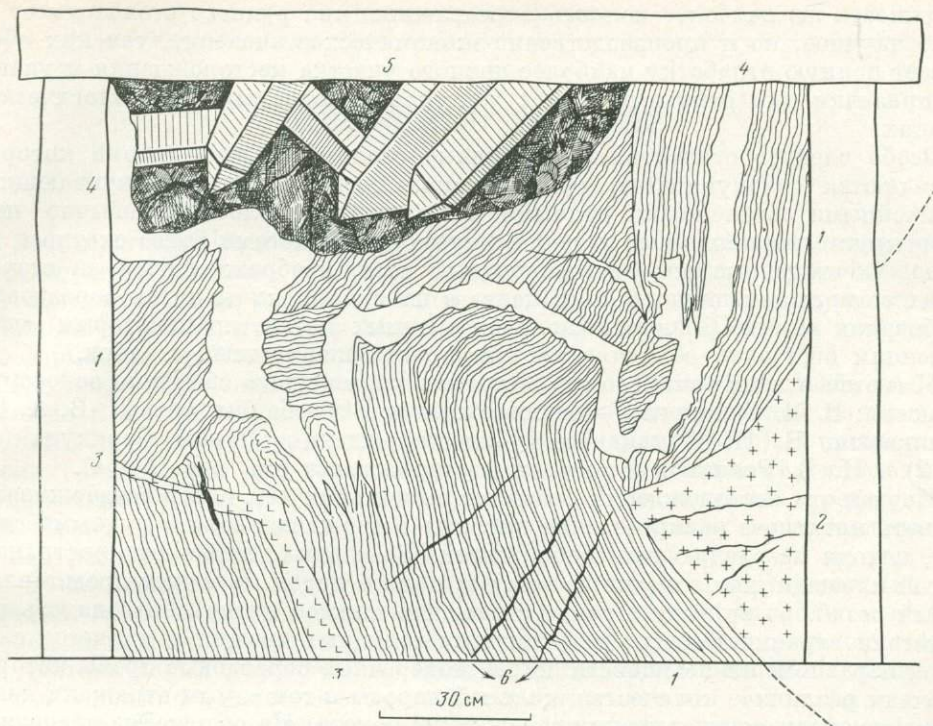


Рис. 177. Погребок кристаллов дымчатого хрусталя высокого качества, вскрытый шурфом по сложному разлому в слюдяных сланцах.

1 — слюдяные сланцы (С,Н); 2 — микрогранит; 3 — алофиза дайковой породы; 4 — пегматовидная полевошпатовая порода; 5 — кристаллы хрусталя, образовавшегося путем замещения смятого слюдяного сланца; 6 — кварцевые прожилки. Участок хрусталоносной площади

Сущность образования рудных столбов действительно представляет проблему, так как для составления обобщающей классификации их по генетическим признакам еще недостаточно собрано нужного геологического материала, и в этом отношении геологам, изучающим рудные месторождения, предстоит трудоемкая сложная работа, требующая высокой квалификации.

Рудные столбы весьма разнообразны по форме, внутреннему строению, составу, мобильности предрудной тектоники вмещающих пород, а главное, по стадийности появления трещинных каналов, подводящих рудоносные растворы

Без учета совокупности этих факторов определение генетического типа рудного столба будет неполноценным, а в некоторых случаях упрощенным и даже ошибочным. Именно с учетом этих факторов автор стремился изучать золоторудные месторождения, получая в большинстве случаев ясное представление о причинах образования рудных столбов. Однако по некоторым объектам не удалось провести исчерпывающие наблюдения вследствие недоступности частей структурных узлов, вмещающих рудные столбы или из-за невозможности проведения дополнительных проходок или очистки погашенных выработок.

Возможность же наиболее полного определения типа рудного столба имеет не только научное, но и производственно-экономическое значение, так как обеспечивает полную отработку наиболее ценного участка месторождения и указывает признаки для открытия новых участков в подобных же геологических условиях.

Особо следует отметить, что типичные столбы, объем и форма которых определяются совокупностью тектонических трещин или ограничивающими их линейными обедненными рудными и безрудными полосами, обычно имеющими крутое или наклонное падение, изучаются геологами более охотно и детально. Обогащенные же участки рудных жил, изображавшиеся на старых планах содержания ценного компонента в плоскости жилы путем бороздового опробования в виде беспорядочно разрозненных пятен, по некоторым месторождениям ошибочно объясняются как проявление рудных столбов.

Имеются в виду описываемые в статьях упомянутого сборника золоторудные жилы: В. М. Гришиным — месторождения Бестюбе (см. рис. 2); В. А. Булытниковым, В. Н. Пономаревым — месторождения Старый Бериккуль (см. рис. 2) и Н. В. Росляковой того же месторождения (см. рис. 2 и 4).

Изучая эти месторождения в течение нескольких лет, автор воздерживался называть пятнистое распределение высоких содержаний золота рудными столбами, исходя из следующих соображений. Во-первых, пятна распространены по всей площади жилы и уже поэтому вся она в целом не может представлять рудный столб, во-вторых, в связи с тем, что каждое пятно образовалось при отсутствии ограничивающих или секущих дорудных трещин и является следствием неравномерной мощности жилы, поперечные бороздовые пробы которых включали различное количество жильной породы и тем самым отражали кажущуюся перемежаемость высоких содержаний золота. На отложение последних, несомненно, влияло чередование утолщений и утонений жил, что приводило к колебаниям скорости и температуры восходящих рудоносных растворов, а следовательно, и степени концентрации в них ценного компонента.

В том же сборнике имеется статья геолога В. М. Яновского о рудных столбах Кочкарского золото-мышьякового месторождения, заслуживающих упоминания, поскольку структура этого месторождения описана нами выше. Схемы размещения рудных столбов, приводимые В. М. Яновским, иллюстрируют оригинальное строение их, размещенных в системе предрудных блоков, ограниченных трещинами разрыва (см. рис. 1) и неравнозначное распределение рудных столбов в сульфидно-кварцевых жилах двух смежных блоков, секущихся дайками. Элементы структуры, определяющие образование этих и других рудных столбов (см. рис. 3, 4, 5), встречающихся в Кочкарском золоторудном поле, описываются подробно, представляя пример обоснованного объяснения образования рудных столбов.

ГЛУБИННЫЕ РАЗЛОМЫ

Этот краткий очерк является приложением к основной теме, изложенной в предыдущих разделах, но имеет с ней самую непосредственную связь. На всех описанных выше рудных площадях автору приходилось документировать глубинные разломы, проявлявшиеся в различных литологических и структурных формациях металлогенических провинций.

Изучение глубинных разломов считается очень важной задачей, что было отражено в выступлениях участников специальной конференции по проблеме глубинных разломов (Глубинные разломы, М., «Недра», 1964 г.). В процессе дискуссии обсуждались два представления о природе движений, вызывающих формирование структур глубинных разломов. Было принято представление А. В. Пейве, заключающееся в том, что основную роль при формировании глубинных разломов играют тангенциальные движения, тогда как второе — по идее В. В. Белоусова — связывает глубинные разломы с вертикальными движениями. А. В. Пейве высказал предостережение о более осторожном использовании понятия «глубинный разлом» в применении к любым достаточно крупным тектоническим нарушениям. Однако докладчиками не были даны конкретные указания о качестве этих структур. Учитывая это, автор считает необходимым изложить свои представления о наблюдавшихся разломах на золоторудных полях, на которых они структурно связаны с локальным проявлением оруденения и с магматическими телами.

При изучении структуры золоторудных полей нами не упускалась из виду необходимость выяснить детали строения и состава зоны глубинных разломов, а также установить направление и фазность проходивших в них движений. Поскольку такие разломы, как в этом пришлось убедиться, являются первопричиной рудоносного тектогенеза, подобные детали необходимо учитывать при направлении глубокой разведки с целью установления возможного глубинного оруденения, перерыв которого в верхних горизонтах обычно являлся причиной закрытия или консервации рудника. Снижение промышленной рудоносности рудных жил, сопряженных с разломом, и даже самого разлома могло произойти вследствие изменения в элементах их залегания (простираения, падения, мобильности), что чаще можно ожидать в сложных складчатых областях.

Все встреченные и нижеописанные глубинные разломы имеют вертикальное или близкое к нему падение и различаются: по протяженности, составу вмещающих пород, мощности, глубине заложения, направлению движения крыльев, типу смещения (сколовые, разрывные), степени рудоносности, характеру сопряжений с рудными жилами. Сами разломы, как показывают приведенные ниже примеры, могут превращаться в рудопроводящие каналы и включать оруденение, которое в зависимости от внутреннего строения его могло проявиться в различных формах: в виде прожилков, разрозненных линз и даже протяженных промышленных жил.

Часть разломов описана и иллюстрирована зарисовками и фоторисунками в предыдущих разделах книги, здесь же даются некоторые дополнения с ссылками на рисунки.

Поскольку в известных нам опубликованных статьях о глубинных разломах не дается топографического выражения их на поверхности, сочтено уместным привести несколько ярко выраженных в этом отношении разломов, встречаемых в Саянской тайге на гнейсовых площадях, включающих многочисленные пегматитовые жилы, минерализованные продуктивной слюдой (мусковитом).

1. Доинтрузивные глубинные разломы

1. Кочкарский разлом протяженностью около 25 км в меридиональном направлении проходит по контакту микроклинового и плагιοгранитового массивов в зоне межформационного несогласия свиты метаморфизованных осадочных пород на западе и эффузивно-туфовой толщ на востоке (см. рис. 103, 154, 155). На всем протяжении он представлен зоной смятия с изменяющейся мощностью в пределах до 10 м в осадочных породах и системой узких трещин в известняковой полосе (C_1^2) в южной его части. Вертикальное смещение крыльев, по нашим наблюдениям, на контактовом участке гранитоидов привело к подъему западного микроклинового крыла вверх по отношению к восточному плагιοгранитовому, вмещающему золоторудное поле.

Восточнее этого крупного разлома в непосредственной близости к нему прошли параллельные, менее протяженные разломы, проявившиеся внутри рудоносного плагιοгранитового массива. По возрасту они связаны с моментом складкообразования и блоковых поднятий в широкой зоне континентальных пород, послуживших субстратом для формирования гранитоидного массива путем гранитизации. Появление этих разломов внутри гранитоида произошло путем унаследования в результате повторившихся подвижек в подстилающей толще, когда массив уже стабилизировался.

На Пластовском рудном поле такой разлом контролируется совпадающим с направлением его руслом Антипина лога и зоной нарушений рудных жил того же направления (см. рис. 103, Кочкарское месторождение).

На Ново-Троицком рудном поле второй такой же разлом с вертикальным падением представлен широкой зоной смятия и расланцевания, согласно пронизанной маломощными дайками и рудными прожилками. Первичные борозды скольжения и направления смещений первичных рудных трещин устанавливают взбросовое движение восточного крыла вверх под углом в 75° (см. рис. 149, 150).

Третий разлом, прослеженный на 2 км, расположен в 1,5 км восточнее южного конца главного разлома (Каменский район) и проходит в контакте известняковой полосы и гранитоида. Рассекая битуминозную известняковую толщу с углом падения в 65° на запад, он представляет собой зону расланцевания варьирующей мощности до 15 м, включающей друзы горного хрусталя плоской формы и знаменитые кристаллы розового топаза (см. рис. 153, 159). Месторождение изучалось автором в 1949 г.

2. Примером протяженного по простиранию и глубокого заложения промышленного оруденения в глубинном разломе может служить золоторудная жила Невьянская Середовина. Детальная структурная документация ее по

горизонтам до глубины 143 м позволила установить характерные черты разлома.

Жила длиной около 1200 м с почти вертикальным падением заложилась в разломе СЗ—ЮВ направления (азимут 140°) в порфирит-туфогенной толще.

Разлом возник по западной границе опрокинутой синклинали складки порфирит-туфогенной толщи, одной из многих, образовавшихся в результате региональной складчатости района, обусловившей появление целой серии диоритовых тел, для одного из которых он оказался восточной границей (рис. 178).

Судя по характеру борозд скольжения, разлом образовался в результате первичных сдвиговых перемещений, и довольно широкая зона его варьирующей ширины была сильно рассланцована и неравномерно полосами скарнирована. Контактная поверхность гранодиоритового тела имеет волнистые изгибы и залиты в зону рассланцевания порфирита в виде коротких выклинивающихся апофиз, секущих полосы скарнирования. В результате повторяющихся подвижек в зоне разлома появились согласно залегающие в порфирите и диорите аплитовые маломощные дайки и вслед за ними в середине зоны трещина, заполненная сначала белым безрудным кварцем, а затем при повторной подвижке рудным кварцем, секущим слой первого (рис. 179).

Создавшаяся структурная ситуация обусловила крайне неравномерную мощность жилы. Как показано на схематизированном разрезе зоны разлома, утонения жилы совпадают с выступами диорита, а утолщения занимают промежуточные, особенно смятые участки, что в общем определяет различную податливость пород процессу оруденения. Подобные пережимы мощности жилы, гораздо более протяженные, встречались на всей длине жилы и до выработанной глубины 143 м. На обоих флангах жилы выклинилась, как только дошла до концов линейного простирания диоритового массива.

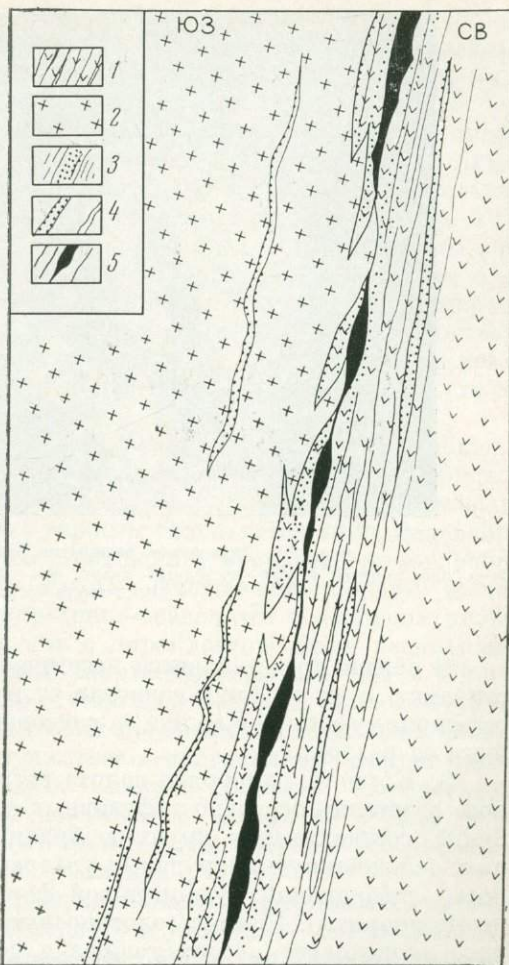


Рис. 178. Схематизированный поверхностный план древнего глубинного разлома по контакту порфирит-туфогенной толщи с гранодиоритом.

1 — порфириты; 2 — гранодиорит; 3 — скарнированные слои порфирита; 4 — аплитовые дайки; 5 — рудная жила. Золоторудное месторождение Невьянская Середовина



Рис. 179. Двукратное раскрытие рудной трещины в глубинном разломе.
1 — более ранний белый безрудный кварц; 2 — более поздний рудный кварц, секущий слой первого.
Рудная жила Невьянская Середовина

В общем представляется несомненным, что продуктивность жилы по простиранию и на глубину зависела от изменения строения складки вмещающей порфирит-туфогенной толщи, а следовательно, и от изменения структуры секущего ее разлома.

3. Крупные самородки золота встречались на площади чрезвычайно сложного сочетания осадочно-эффузивных пород (порфириты, туфы, сланцы, известняки), составляющих крупную брахисинклиналь меридионального простирания, осложненную интрузиями ультраосновных пород (серпентиниты), а затем пород габброидной и диоритовой формации (габбро-диориты, диориты, кварцевые диориты). Рудные золотоносные жилы располагаются вокруг Центрального диоритового массива, образуя пояс, который ограничивается на западе продольным глубинным разломом по западному крылу синклинали, выражая межформационное несогласие пород по извилистой линии, соответствующей топографической поверхности (см. рис. 14 в книге «Самородки золота Урала», Смолин, 1970).

4. Глубинный разлом субмеридионального направления в карьере Мало-Учалинского месторождения является составной частью широкой зоны смятия и расланцевания сложноскладчатого региона. Следы этих явлений можно наблюдать в 12 км севернее на острове оз. Ургун, где обнажены слои кварц-лиственнитовых пород ($165^\circ \angle 65^\circ$) с пологими бороздами скольжения и с явным перемещением отдельных блоков. Лиственниты здесь образовались за счет змеевиков, выходы которых имеются на северном и южном берегах озера, и поскольку на Урале они часто сопровождают золотооруденение, можно ожидать наличие его и здесь, но скрытое под водой. Это предположение основывается на факте присутствия россыпного золота в песках западной окраины озера, где в конце

прошлого столетия работала паровая драга, которая могла перемыть только мелководную зону донных песков и галечников. Секрет глубинного разлома на этом участке легко мог бы быть раскрыт буровыми скважинами, особенно в зимний период с ледового покрова озера.

Южнее Мало-Учалинского рудного карьера и в 19 км по той же линии находятся аналогичные колчеданные месторождения им. XIX Партсъезда и «Узельга», открытые позднее. В них также четко отражаются сдвиговые перемещения и те же структурные элементы строения их, что и в Мало-Учалинском рудном карьере. Еще южнее, в 4 км по линии простирания зоны разлома, бурением по южному берегу оз. Чебачье обнаружено колчеданное оруденение с преобладанием цинкового сульфида. Включая и эту точку, суммарное протяжение сложной зоны глубинного разлома достигает 35 км, что подтверждает наличие одной из многих металлогенических зон Урала, впервые намеченных Б. М. Романовым во втором десятилетии текущего столетия, но структурно не изученных.

В Мало-Учалинском рудном карьере нами проведены некоторые наблюдения в основном с целью познакомиться с признаками мобильности рудоносной зоны глубинного разлома, на основе данных М. Б. Бородаевской, изучавшей месторождение в 1958—1959 гг. Наиболее важным результатом ее исследований было определение блоковой структуры месторождения, впервые установленной для медноколчеданных месторождений Урала. Вмещающие породы весьма сложны по составу и относятся к вулканогенно-осадочным в основном диабазовой формации, причем перемежаются они с пирокластическими разновидностями тех же пород, в общем интенсивно метаморфизованных еще в период складкообразования Урала. Чрезвычайно отчетливо отразилась блоковая структура вмещающих пород в результате сдвиговых перемещений отдельных блоков по плоскостям меридионального и преимущественно диагональных направлений, подготовленных дорудной сланцеватостью. Следует полагать, что блоковую структуру в результате унаследования получило и массивное рудное тело, к тому же усложненное еще значительным количеством секущих его порфириновых даек, что доказывает дорудный возраст их.

Все это отражено направлениями борозд скольжений, которые легко можно было наблюдать в выемочных уступах северного и восточного бортов карьера. Повышенной трещиноватостью, как и резкостью борозд скольжения, особенно отличается центральная часть карьера, имеющая общую ширину около 560 м и сужающаяся в северном направлении, предопределяя приближение выклинивания оруденения.

Вопрос о распространении оруденения на глубину оставался открытым ввиду наличия горизонтальных мобильных плоскостей дорудного возраста, значение которых как факторов, могущих тормозить подъем рудоносных растворов, еще не было достаточно выяснено.

Нашему проведению фотодокументации, в основном признаков движения блоков, особенно облегчали крупные по размерам плоскости в восточном борту карьера ($160^\circ \angle 68^\circ$), на которых четко проявлялись дорудные горизонтальные борозды и стиравшие их вертикальные послерудного возраста (рис. 180). Последние могли происходить и в результате просадки слоев при расширении карьера экскаваторами. Подвижки в зоне рудного разлома продолжались и в период рудоотложения, о чем свидетельствуют борозды скольжения на пирите



Рис. 180. Борозды скольжения в зоне глубинного разлома в колчеданном месторождении.

1 — более ранние дорудные горизонтальные борозды; 2 — более поздние, перекрывающие предыдущие. Мало-Учалинское месторождение, восточный борт карьера



Рис. 181. Штуф колчеданной руды с горизонтальными бороздами на пирите, определяющими сдвиговое движение в интерминерализационную фазу, предшествующую отложению более поздней генерации (сфалерит, галенит). Мало-Учалинское месторождение

первой генерации, сменившейся отложением более поздних сфалерита и галенита (рис. 181).

Определяя по строению борозд скольжения направление относительного движения соприкасающихся блоков в восточном и западном бортах карьера, приходится признать, что движение восточного крыла рудной зоны глубинного разлома было на север, а западного на юг.

5. За время посещения Мало-Учалинского колчеданного месторождения было исследовано и Миндякское месторождение. Здесь в карьере глубиной в 125 м была осмотрена зона глубинного разлома, включающая рудное тело, которое по составу относится к кварц-золото-пиритовой формации и к типу метасоматических вкрапленников. В строении месторождение имеет много общих черт с Мало-Учалинским. Блоки вкраплений руды включены в тектонически ослабленной зоне шириной около 250 м. Вмещающие породы, весьма разнообразные по составу и сильно метаморфизованные, смяты и рассланцованы по оси в направлении ССВ—ЮЮЗ с крутым падением на восток. Стенки карьера хорошо отражают перемежаемость пород, рассеченных многочисленными трещинами, среди которых рельефно выделяется в северном борту Главный глубинный разлом (рис. 182), несомненно, дорудного возраста, но в порядке омоложения секущий рудное тело. Определение пород, показанных на фотоснимке, было сделано главным геологом рудоуправления Ш. Х. Ямаловым. По оси очень отчетливо вырисовываются крутопадающие с волнистыми перегибами породы различной окраски: сланцы варьирующего состава (известково-глинистые, кварц-хлоритовые), диабазовые породы, слоистые известняки и брекчированные слои их, листвениты серого и зеленоватого цвета, смятые туфопесчаники и секущая их дайка.

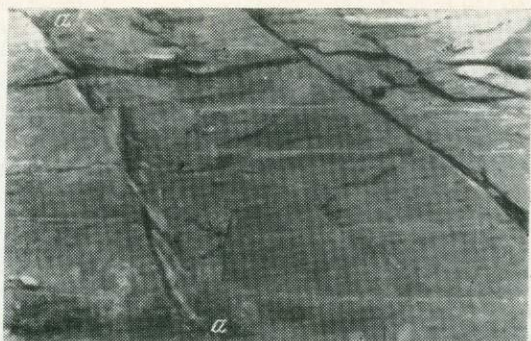


Рис. 183. Плоскость $0^\circ \angle 60^\circ$ с горизонтальными углублениями вследствие сдвигового смещения. Слева крутопадающая трещина с брекчией микроподвижки (a—a). Западный борт верхнего уступа главного Миндякского рудного карьера

Рис. 182. Глубинный разлом ССВ — ЮЗЗ направления, дорудного возраста, но омоложенный в послерудную фазу. Карьер Миндякского золоторудного месторождения

Интенсивность смятия, рассланцовки, катаклаза чрезвычайно динамометаморфизованных пород различны в зависимости от их состава, мощности слоев и крутизны изгибов складок.

Признаки межпластовых и внутрипластовых скольжений отчетливо наблюдаются всюду во всех стенках карьера в виде зеркал и борозд, полого склоняющихся к югу под углами $20-25^\circ$, а местами они горизонтальны (рис. 183).

Слои пород, характеризующиеся различной податливостью, в результате происшедших движений дорудного возраста растягивались, брекчировались, а выпуклые и вогнутые перегибы слоев срезались и уплотнялись, подвергаясь наибольшему рассланцеванию и раздроблению. В последнем случае участки, особенно диабазового состава, были наиболее благоприятны для рудного замещения и микрожилкования пиритом, образуя рудные линзы.

Промышленные контуры Главного рудного тела, вскрытые карьером, имели в длину на 8-м уступе 180 м, на 10-м — 270 м, на 13-м — 235 м, на 16-м по дну карьера оно ушло в борт и было вскрыто на протяжении 130 м. Ширина рудного тела изменяется в пределах 10—40 м, причем на третьем и четвертом уступах оно имело перерыв в 25—30 м. Склонение его на юг точно совпадает с углом падения борозд скольжения в $25-30^\circ$, что указывает на направление избирательного оруденения и тем самым на бесспорное продолжение его в глубину. Учитывая последнее, отработки руды глубже дна карьера продолжались шахтным способом.

Рудная зона сложного глубинного разлома прошла на север и юг, о чем свидетельствует наличие четырех рудных линз в 300 м южнее, а также рудного участка в 600 м севернее описанного. Если на первом участке содержание золота

почти равнозначное, то на втором оно в четыре раза ниже по сравнению с главным карьером, что в общем является следствием сложности строения и варьирующей степени мобильности рудной зоны глубинного разлома.

6. Джетыгорийское золоторудное месторождение связано своим происхождением с серией глубинных разломов, вызвавших появление гранитоидного массива, вытянутого в СЗ—ЮВ направлении, включающего систему кварц-золоторудных жил полиметаллической формации, режущих массив поперек в его юго-восточной части. Самый крупный разлом под названием Белая жила проходит в южном контакте плагиогранитового массива с серпентинитовой толщей и фиксируется на протяжении 500 м ($110-125^\circ \angle 60-75^\circ$) с варьирующей мощностью от 0,2 до 3 м. Он заполнен незолотоносным белым кварцем, содержащим вкрапления молибденита, и слоем глины неравномерной мощности в результате интенсивных сдвиговых перемещений, о чем свидетельствуют зеркала и горизонтальные борозды скольжения. Дорудный возраст его доказывается заливами в него пологих сульфидных жил с концентрацией в отдельных пунктах крупных самородков золота с последующими повторными послерудными подвижками (Смолин, 1936, 1970).

Другой значительный глубинный разлом широтного простирания, именуемый Главным, проходит в северном контакте гранит-порфира с оталькованной толщей серпентинитов ($20-35^\circ \angle 75^\circ$). Он представлен зоной дробления мощностью 2—3 м и также, будучи дорудного возраста, имел послерудные подвижки.

Поскольку оба разлома расположены в контактах, ограничивая гранитоидный массив, есть основание считать их по возрасту не только дорудными, но и доинтрузивными, если к тому же учесть, что в том и в другом гранитоид местами внедрялся за разломы, образуя выступы, уничтожавшиеся повторной подвижкой и превращавшиеся при этом в дресвяно-глинистую массу, что затушевывало доинтрузивный возраст разлома. Наряду с упомянутыми разломами имеется ряд второстепенных различного направления, сопряженных с основными, но послерудных, так как они секут рудные жилы внутри гранитоида.

7. Кумакское золоторудное месторождение по существу является частью глубинной сланцевой полосы меридионального направления. Полоса осадочных пород углисто-глинистого состава каменноугольного возраста, падающих на восток под углом в $85-87^\circ$, с западной стороны примыкает к гнейсово-сланцевой толще, а с восточной контактирует с мощной дайкой гранит-порфирового состава. Золотоносная часть этой полосы мощностью от 2—3 до 70—80 м на всем протяжении подвергалась подвижкам с образованием многочисленных межпластовых зеркал и борозд скольжения. Кварц-сланцевые рудные тела приобрели вследствие этого форму линз, согласно залегающих в углисто-графитовых сланцах. Длина их колеблется в пределах 10—90 м, а мощность от нескольких сантиметров до 12 м, что в общем является следствием неравномерного уплотнения вмещающих сланцев при сбросо-сдвиговых перемещениях. Сдвиговая мобильность золотоносной зоны подчеркивается и наличием двух генераций рудного кварца, отложившихся при интерминерализационных подвижках, а также образованием горизонтального золоторудного столба на промежутке горизонтов 42—72 м (Куклин, 1948; Альбов, 1964—1965; Смолин, 1970).

8. Среди многих месторождений, на которых существуют в том или ином виде глубинные разломы, особый тип в этом отношении представляет Березов-

ское рудное поле, изучению которого длительное время уделяли Н.И. и М. Б. Бородаевские и П. И. Кутюхин (1937, 1947 гг.). На площади месторождения, имеющего форму квадрата, распространены породы вулканогенных и туфогенных осадочных пород палеозойской толщи. Первые представлены диабазами, диабазовыми порфиритами и их туфами, значительно измененными региональным метаморфизмом, вторые представлены туффитами с прослоями песчаников, превращенные в сланцы хлоритового, серицитового и глинистого состава. Площадь этих пород с севера, запада и с юго-востока окаймляется серпентинитами, превращенными в тальк-карбонатные породы, причем конечным продуктом гидротермально-метасоматического метаморфизма их являются листвениты, окаймляющие кварцевые жилы (красичные). Вся толща метаморфизованных пород пересекается серией даек гранитоидов, учитываемых в количестве более 350, простирающихся в меридиональном или близком к нему направлении. Указанными авторами установлено четыре типа даек, различающихся по составу, структуре и возрасту, что определяется взаимными пересечениями их. Дайки мощностью до 10—12 м, протягивающиеся на 4—5 км, реже на 7—8 км с крутым падением на запад и восток под углами 65—85°, являются гранитоидными телами, вмещающими кварц-золоторудные жилы. Они заполняют поперечные трещины (лестничные) в пределах ширины даек, имея в среднем мощность 10—12 см. Местами, сгущаясь, они выходят за пределы даек и там сопровождаются более мощными рудными жилами (красичными) — от нескольких сантиметров до 2 м, сопровождаясь по бокам лиственитизированными слоями вмещающей толщи.

Разрывной тип рудоносных трещин, образовавшийся в результате широтного сжатия, особенно отчетливо подчеркивает зигзагообразное ограничение внутридайковых жил.

Особенно важно отметить условия залегания даек, вмещающих основное промышленное золотооруденение. Они по существу занимают глубинные разломы, проходящие в крыле большой антиклинали, куполу которой соответствует центр Березовского серпентинитового массива. По мнению Н. И. Бородаевского, структура площади Березовского месторождения отражает тип складчатых структур района, сформировавшихся еще до внедрения гранитоидов. Вулканогенно-осадочные породы собраны в простые пологие складки северо-восточного простирания — в западной и меридионального в восточной части, что определяет строение рудного поля как синклинальное. Основываясь на характере распределения и формы складок, Н. И. Бородаевский допускает, что «на некоторой глубине под дном синклинальной структуры залегает относительно более жесткое основание, которым для северной части рудного поля, очевидно, являются поверхности серпентинитовых массивов». В таком случае будет вполне естественным ожидать, что глубинные разломы, занятые дайками, войдя в толщу серпентинитов, имеющих, как известно, присущую им обильную змеевиковую трещиноватость, изменят свой структурный облик. Это не может не отразиться на форме и мобильности рудопроводящих каналов, идущих из магматического очага, что, конечно, может привести к изменению форм и состава рудного материала в новой структурной обстановке.

9. На золоторудном месторождении Степняк, описанном выше, условия образования глубинного разлома, названного Георгиевским сместителем, длительное время считавшимся послерудным, нами выявлены достаточно

подробно, а детали его строения отражены на фотографиях (см. рис. 2, 20, 21). Разлом широтного простираия, прослеженный на 1,5 км, проходит в южном контакте с диоритовым массивом, пересекая несколько диагонально туфогенно-осадочную толщу северо-восточного простираия. Одновременно с ним появились еще два разлома, ограничивающие диоритовый массив с северной стороны (поперечный и параллельный ему). Доинтрузивный возраст Георгиевского разлома доказывается тем, что он, представляя мощную зону расланцевания туфопесчаников с падением на север под углом 65° , служит плоскостным контактом, оказавшимся непроницаемым для диоритового расплава, ороговиковавшего слой туфопесчаников. Восточнее разлом является границей для Георгиевской жилы меридионального простираия, которая дает в него Т-образный залив, а сама включает апофизу диорита, что устанавливает также доинтрузивный возраст и подчеркивает их связь по времени образования.

Георгиевский разлом частично подстилает собой диоритовый массив (см. рис. 2, разрез А—В), и поскольку он включает оруденение в скрещении с Георгиевской жилой (см. рис. 20, 21), его следует считать глубоко идущим рудо-проводящим каналом.

10. На золоторудном месторождении Бестюбе, описанном выше, глубоинный разлом, именуемый Диагональным нарушением, проходит в центре рудного поля (см. рис. 28, 42). Возраст его упорно отстаивался как послерудный, но в действительности, как показала наша детальная структурная документация, он, как и многие другие второстепенные параллельные дизъюнктивы, имеет дорудный возраст.

Разлом заложился в юго-восточном крыле синклинальной складки туфосланцев и туфопесчаников в направлении ЮЗ—СВ (см. рис. 28), представляя собой оруденелую зону смятия с углом падения в 65° на юго-восток при мощности 0,2—0,4 м, в которой короткими участками с большими промежутками встречается оруденение, что определяет его как рудопроводящий канал. Судя по характеру штрихов скольжения на стенках разлома по падению, он образовался путем взбросо-надвига висячего бока, прослеживаясь более чем на 300 м.

Этот разлом, так же как и Степнякский, несомненно, доинтрузивного возраста; образовался в процессе складкообразования туфогенной толщи, на что указывает идущий параллельно с ним в том же крыле синклинальной складки разлом, занятый линзовидным телом гранит-порфира.

11. На Бериккульском золоторудном месторождении, детально описанном выше, глубоинный разлом, прослеженный на протяжении 6 км, проходит в центре удлиненного рудного поля в полосе порфиритов эффузивной толщи шириной в 300 м, простирающейся в ЮВ—СЗ направлении, зажатой между известняковой толщей на западе и массивом габбро-диорита на востоке (см. рис. 62, 63, 67, 69).

Главный разлом, именуемый на руднике Главным нарушением, сопровождается параллельными менее отчетливо выраженными разломами с общим варьирующим углом падения в пределах $70-90^\circ$ на юго-запад. Он по существу является зоной смятия и расланцевания, шириной, изменяющейся в пределах 2—10 м, и включает мобильные швы сдвиговых перемещений, о чем свидетельствуют горизонтальные и пологие борозды скольжения.

Движения в зоне разлома неоднократно возобновлялись как в дорудную, так и в послерудную фазы формирования месторождения, но все многочислен-

ные скрещения зоны с рудными жилами обычно принимались как послерудные, ошибочно идентифицируя многие различные жилы по обе стороны разлома как смещенные отрезки. Наши наблюдения привели к однозначному установлению возраста разлома как дорудного и даже доинтрузивного, для доказательства чего приведены многие зарисовки и фоторисунки (см. рис. 67—69). Все рудные жилы, отложившиеся в трещинах разрыва, имеют поперечное по отношению к разлому простирание СВ—ЮЗ с падением на северо-запад под углами 50—70°. Судя по штрихам скольжения, идущим по линии падения, рудные трещины образовались путем взбросовых движений висячего бока.

Зона разлома не включает рудной минерализации, за исключением микрожилок мелкозернистого незолотоносного пирита самой ранней дорудной генерации, но обильно насыщена прожилками древнего карбоната-анкерита, который обильно заполнял трещины рудных жил до отложения в них рудного кварца. Вследствие этого он не может рассматриваться как рудопроводящий, а только как рудоконтролирующий.

2. Послеинтрузивные глубинные разломы

Все описанные выше глубинные разломы золоторудных полей определяются по возрасту как доинтрузивные и являются рудоконтролирующими или рудопроводящими в связи с материнскими интрузивными телами. Но в некоторых случаях гранитоидные массивы Южного Урала, несмотря на близость к ним рудных полей, несут явные признаки вертикальных глубинных разломов меридионального простирания в виде протяженных одиночных или серии параллельных сближенных трещин, несущих четко выраженные зеркала и борозды горизонтального скольжения при наличии глинки.

В Челябинском гранитном карьере серия таких трещин (рис. 184) облегчает добычу камня для строительства. На другом соседнем карьере около пос. Шершни наблюдается целая серия подобных же трещин (рис. 185) с теми же признаками мобильности, а между ними наличие ярко выраженной горизонтальной слоистости перемежающихся метаморфизованных континентальных слоев, в различной степени гранитизированных в зависимости от состава их. В пределах этого гранитоида находится серия золотоносных кварцевых жил с арсенопирит-шеелитовой минерализацией.

Привлекает внимание в первом карьере ближайшее соседство таких трещин с матрацевидной отдельностью гранитоидного массива (рис. 186), что позволяет объяснить такое строение и здесь тем же процессом гранитизации континентальных слоистых пород,



Рис. 184. Зона вертикальных разломов меридионального простирания в гранитном массиве, несущих следы сдвиговых перемещений (борозды, глинка). Челябинский каменный карьер



Рис. 185. Зона меридиональных глубинных разломов гранитоидного массива, образовавшегося путем гранитизации горизонтальных слоев континентальной толщи. Карьер около пос. Шершни



Рис. 186. Участок плагногранитового массива с матрацевидной отдельностью, образовавшейся путем гранитизации слоев континентальных пород. Челябинский гранитный карьер

установленным для кочкарского гранитоидного комплекса, тем более что состав гранитоидных массивов на обоих участках одинаков — плагногранитовый и микроклиновый.

От челябинских гранитоидов к югу, по линии меридиана, наличие уже явных признаков глубинного разлома проявляется на золоторудных площадях Кочкарского и Ново-Троицкого месторождений (см. рис. 150, 154, 159), а южнее их встречаем площадь с серией золотоносных кварц-шеелитовых жил и, наконец, еще южнее в правом вертикальном борту р. Уя фиксируется широкая зона (20—30 м) многочисленных крутопадающих трещин в граните (рис. 187). Все перечисленные пункты с проявлением мобильности и золотооруденения обусловлены наличием древних глубинных разломов, омоложенных после внедрения гранитоидов и, возможно, на глубине включающих скрытые рудные структуры с крупными золоторудными телами.

3. Глубинные разломы складчатых гнейсов

Если на описанных золоторудных полях глубокие разломы могут быть обнаружены только после того, как они вскрыты в подземных выработках, то на полях складчатых гнейсов они выступают на поверхности очень резко и приходится недоумевать, почему они при геологическом картировании остались неотмеченными. Приведем несколько таких примеров, встреченных при изучении гнейсовых площадей в зоне Бол. Саянского разлома шириной 10—20 км, идущего по северо-восточному склону Саянского хребта в направлении СЗ—ЮВ.

1. В верховьях р. Бирюсы в северной части Бол. Саянского разлома по рч. Тёпса особенно интересен крупный шов, секущий вершину горы высотой



Рис. 187. Глубинный разлом, представляющий широкую в 30—40 м зону крутопадающих трещин в восточной окраине гранитного массива, включающего севернее (в 40 км) Кочкарское золоторудное поле



Рис. 188. Ущелье по линии глубинного разлома в складчатых гнейсах на площади слюдоносных пегматитовых жил в окрестностях рч. Тёпсы в верховьях р. Бирусы

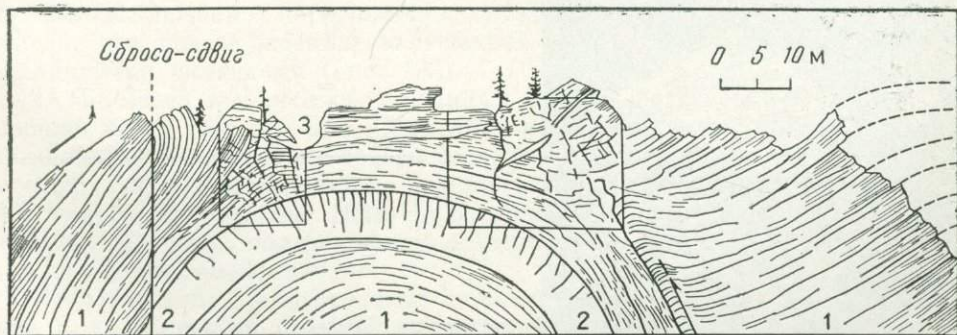


Рис. 189. Продолжение того же разлома (см. рис. 188) в виде стенки, представляющей вертикальный разрез антиклинальной складки гнейсов.

1 — биотит-плагиоклазовый гнейс; 2 — амфиболовый гнейс; 3 — пегматитовая жила

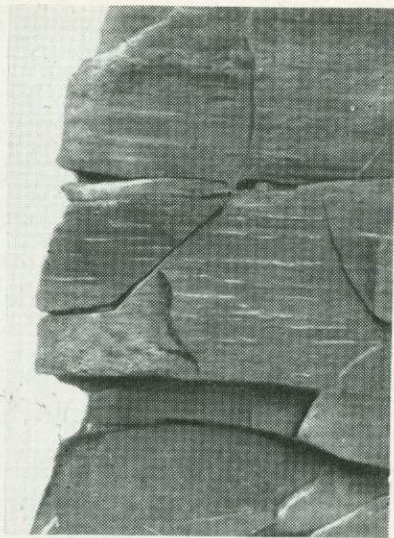


Рис. 190. Горизонтальные борозды скольжения, определяющие сдвиговое перемещение глубинного разлома. Промежуточная стенка между ущельем и стенкой с антиклинальной складкой (см. рис. 188 и 189)

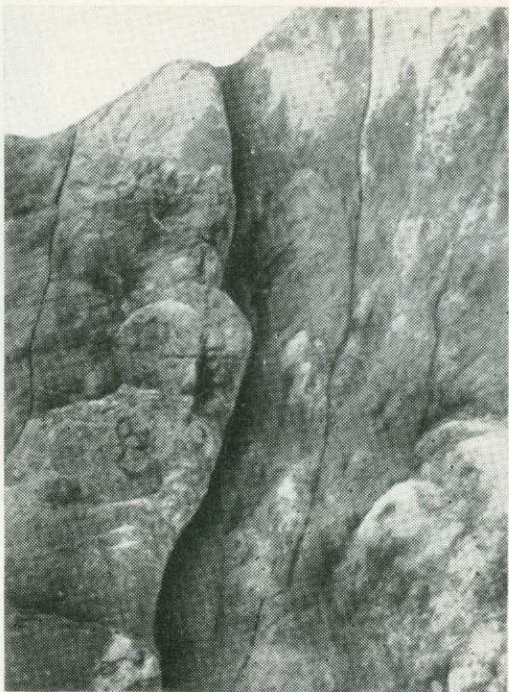


Рис. 191. Глубинный разлом допегматитового возраста, секущий поперек жилы вследствие постпегматитовой подвижки. Жила 14 на слюдоносной площадке по рч. Тёссе в верховье р. Бирюсы

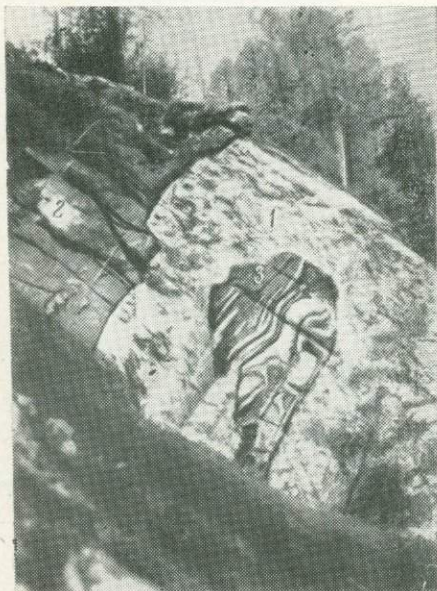


Рис. 192. Слюдоносная пегматитовая жила (1), рассеченная порфиритовой дайкой (2) и включающая, как и многие другие, гнейсовый ксенолит (3) с пloyчатой складкой, определяющий допегматитовый возраст региональной складчатости гнейсов. Слюдоносная площадка по рч. Тёссе в верховье р. Бирюсы



Рис. 193. Глубинный разлом по левой стороне верховья р. Ии. Стена высотой 350 м отражает плоскости разрыва, отражающие вертикальное смещение крыльев разлома, правое из которых смыто рекой.

в несколько сотен метров и представленный узким ущельем (рис. 188), переходящим на склоне в одностороннюю стенку высотой 40 м (рис. 189), которая дает вертикальный разрез красивой антиклинальной складки, сложенной слоями биотит-плагноклазовых и амфиболовых гнейсов. Очень эффектно выражено строение складки: надвиговая структура обоих крыльев, из которых левое срезано сбросо-сдвиговой трещиной. Шов, имеющий СЗ—ЮВ простирание, образовался в результате сдвигового перемещения, о чем свидетельствуют горизонтальные борозды скольжения по стенке, промежуточной между ущельем и складкой (рис. 190).

На том же участке рч. Тёпсы в карьере отработанной слюдоносной жилы зафиксирован поперечный разлом допегматитового возраста, но в порядке омоложения пересекающий пегматитовую жилу (рис. 191).

В общем изучение пегматитовых жил по всей площади показало, что все они без исключения образовались после складкообразования вмещающих гнейсов, что подтверждается включением в них ксенолитов гнейсов, часто с пloyчатыми складками (рис. 192).

2. Не менее интересный глубинный разлом встречен в верховье р. Ии в южной части того же Бол. Саянского разлома. Разлом представляет собой вертикальный разрез горы левого борта р. Ии при впадении р. Бол. Шитый высотой в 350 м, исчисляемой по разнице отметки 870 м уровня р. Ии и отметки 1219 м вершины горы (рис. 193). На фоторисунке даже издали отчетливо видны плоскости разрыва, определяющие вертикальное смещение крыльев разлома, одно из которых смыто рекой.

Сопоставление обоих разломов на складчатых гнейсовых полях в пределах зоны Бол. Саянского разлома приводит к выводу, что они могут возникать как в результате сдвиговых (тангенциальных), так и вертикальных движений, причем глубина их заложения, несомненно, будет различной. В первом случае она может ограничиваться глубиной складчатого яруса, тогда как во втором случае она, будучи связана с блоковым поднятием зоны, подстилающей складчатый ярус, может быть неизмеримо больше.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

По фотографированию геологических объектов издано несколько руководств, из которых наиболее полным является книга Ф. С. Бабанкина. Она довольно хорошо освещает фототехнику, приводит примеры фотографирования различных геологических объектов, как наземных, так и подземных, иллюстрируя их фотоснимками, а также дает рекомендации, как вести процесс фотографирования, обработку фотоснимков, исправления дефектов и т. п., в общем все то, что может дать качественное отображение разнообразных геологических объектов.

Рекомендуя геологам любого профиля пользоваться этой книгой, нам представляется целесообразным дополнительно предложить вниманию геологов, изучающих месторождения благородных и цветных металлов, некоторые рекомендации, связанные со специфическими особенностями выполняемых научных и производственных тем.

Каждый геолог, независимо от его специальности и эрудиции, должен иметь фотоаппарат и уметь им пользоваться, не только для того, чтобы фиксировать геологические особенности изучаемого им объекта, но и быть нештатным корреспондентом советской прессы, стремящейся своевременно отразить все, что окружает нас во всех уголках Родины: творческий труд советских людей, красоту природы и т. д. Рудничный же геолог должен быть всегда готов использовать фотоаппарат, так как непрерывно идущие подземные проходки могут неожиданно обнажить какую-либо интересную деталь строения рудного поля.

Какие задачи ставил автор при составлении настоящей книги, изложено во введении, причем там подчеркнута, что фотоаппарат был повседневным инструментом при изучении структур золоторудных полей. Для этой цели не было необходимости приобретать сложную фотоаппаратуру и принадлежности к ней, обременяющие экипировку геолога при выезде на производственный объект.

Все фотоснимки, помещенные в книге, были сделаны с помощью двух фотоаппаратов: камерным кассетным (9×12 см) и пленочным типа ФЭД. Принадлежностями к ним были следующие (рис. 194): автоспуск (1), пригоден для того и другого аппарата, автоспуск (3) для аппарата ФЭД, штативная шариковая головка (2), надеваемая на треножный штатив, позволяющая придавать аппарату любой наклон.

Особо заслуживает внимания прибор (4) для сжигания ленточного магния, очень удобный для освещения забоя при подземной съемке. Устройство прибора простое, его очень легко сделать самому. В центре стенки тонкого портсигарного типа футляра впаивается стержень, на который надевается спиральный моток ленточного магния, конец которого проходит по краю ролика,

вращающегося на стержне (слева в углу) и входит в плоский полый каналчик, из которого по мере вращения рукой ролика, несколько выступающего из стенки закрытого футляра, магнeвая лента выползает. Зажженный конец ленты, постепенно сгорая, выдвигается нажимом большого пальца на вращающийся ролик. Плоский каналчик, вмонтированный в стенку футляра на стержне с пружинкой и поднимающийся при открывании футляра в конце сеанса, укладывается на свое место у короткого края его. Прибор этот при наличии, конечно, ленточного магния устраняет все неудобства других источников освещения, очень портативен (карманный) и гарантирует от ожогов. Главное же его достоинство заключается в том, что им можно подсвечивать дополнительно после ламповой вспышки или при пользовании слабым осветителем краевые части рамки кадра, что обычно бывает необходимо для получения фотоснимка с одинаковой плотностью рисунка, причем следует придерживаться основного правила, чтобы источник освещения всегда находился сзади или сбоку объектива фотоаппарата.

В некоторых случаях при подземной съемке были использованы специальные накладные на объектив линзы приближения и удаления.

Процесс наземной фотосъемки. Объектами являются рельеф рудного поля, выходы рудных тел, стенки рудных карьеров, обнажающие строение вмещающих пород и дизъюнктивные нарушения. Основное правило в таких случаях — использовать ясную погоду, особенно выгодную при наличии светлых облаков, и ни в коем случае не направлять объектив в сторону солнца.

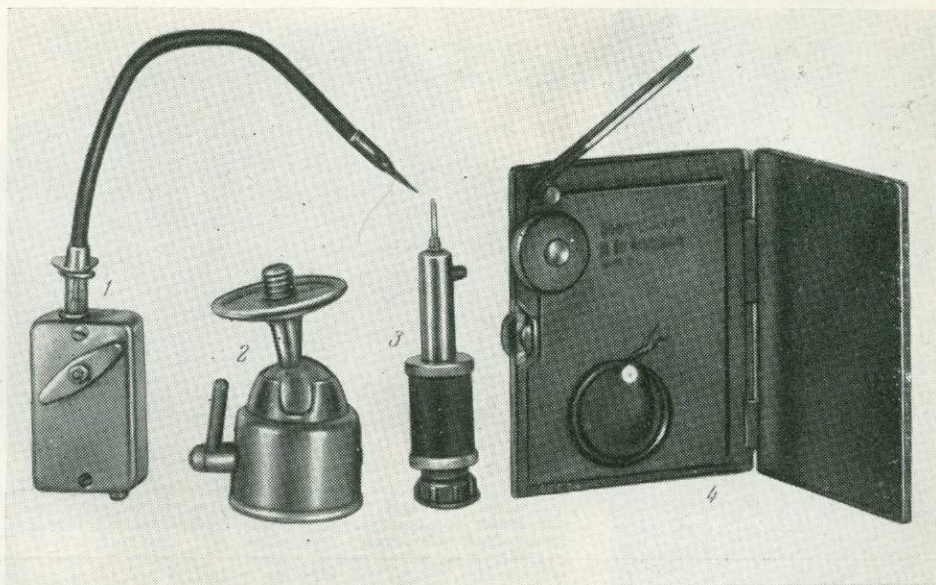


Рис. 194. Приборы к фотоаппаратам.

1 — автоматический спуск; 2 — штативная шариковая головка; 3 — автоматический спуск для фотоаппарата ФЭД; 4 — прибор для сжигания магнeвой ленты

Сопочный и изрезанный рельеф резче отражает съемка при низко стоящем солнце. Стенки рудных карьеров, обнажающие строение пород, разрезы рудных тел и дизъюнктивных нарушений, лучше снимать при освещении высоко стоящего солнца с расчетом получить теневые ограничения контактов их (см. рис. 172, 173, 175, 182, 184—187, 193).

Если фотографируется рудная жила в забойной стенке канавной выработки, следует фотоаппарат устанавливать или держать вдоль ее по направлению лучей солнца, чтобы избежать теневых полос от стенок (рис. 195).

Чтобы зафотографировать обнаженную рудную жилу в стенке канавной выработки, необходимо в противоположной ее стенке сделать выемку для фотоаппарата и при неблагоприятном освещении лучше съемку произвести ночью при помощи ламповой вспышки или прибора с магниевой лентой. Последним способом была заснята интересная глыба шарташского гранита, рассеченная меланократовой дайкой, стоящая на улице перед зданием Уральского геологического управления в Свердловске (рис. 196).

Если поверхностный объект довольно протяженный (жила, трещина) и требуется отразить его детали, которые при удаленном фотоаппарате сливаются, следует применить панорамный способ съемки с перекрытием соседних кадров, соединяемых затем по рисунку. Так были засняты трещины вспучивания горизонтальных слоев гранита лакколитообразной формы, после того как верхние слои были сняты для строительных целей, что привело к разрядке внутренних напряжений в теле гранита, сохранившихся с момента его остывания (рис. 197). И если бы в этот день не было при себе фотоаппарата,

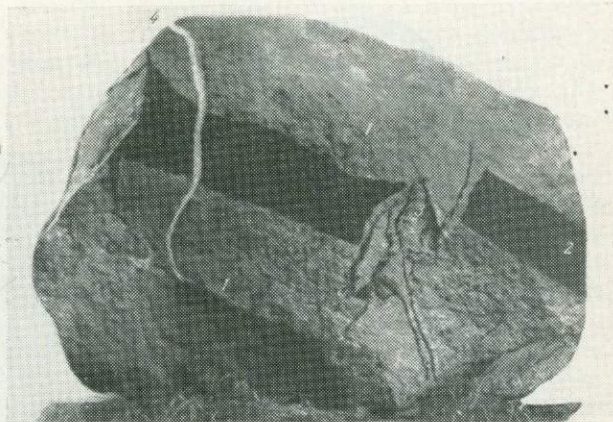
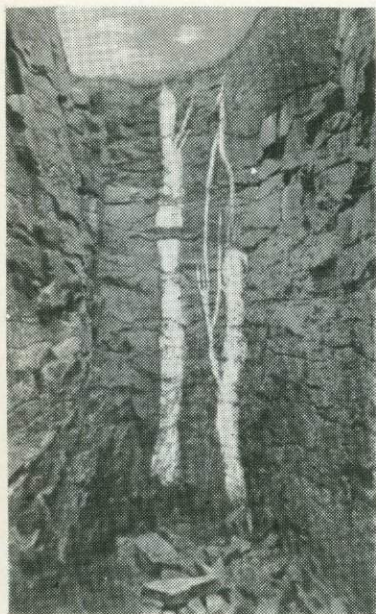


Рис. 196. Глыба шарташского гранита (1), рассеченная меланократовой дайкой (2) с биотитовыми прожилками (3) в зоне смещения в пластическую стадию формирования гранита; 4 — кварц-полевошпатовый прожилок (4), секущий дайку. Глыба находится на улице перед зданием Уральского геологического управления. Снята при помощи ламповой вспышки с подсвечиванием магниевой лентой

Рис. 195. Кварцевая жила с шеелитом в забое поверхностной канавы, снятая при свете горячей магниевой ленты. Бурановский участок Гумбейского золотоносного района

при ревизии соседней золотоносной жилы, этот уникальный случай в истории структурной геологии остался бы неизвестным. Аналогичный случай позволил сфотографировать глыбы монолитного гранита в отвалах месторождения Невьянская Середовина на Урале. В глыбах присутствовали ксенолиты габбро-диорита, облекаемые реакционными каймами биотита, один из которых явно сдвинулся с места, что указывает на бывшее состояние гранита в стадии жидкого расплава (рис. 198).

Следует отметить еще один случай, когда наличие фотоаппарата в нужный момент позволило сфотографировать редкий музейный образец — штуф ангидрита с кишечной текстурой. Чтобы резче выявить тончайшую пloyчатую текстуру, штуф был распилен (рис. 199). Подобные случаи повторялись часто и все они подтверждают, как важно геологу всегда иметь при себе фотоаппарат.

Процесс подземной фотосъемки. Подземные структурные объекты в золоторудных месторождениях особенно сложны и требуют для

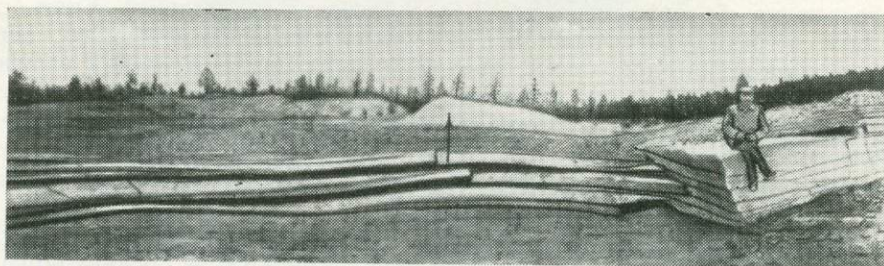


Рис. 197. Вспучивание пластов гранитного лакколита в результате разрядки напряжений, сохранившихся с момента его остывания, происшедшее после снятия верхних слоев. Карьер близ Воскресенского золоторудного участка. Сфотографировано панорамным способом

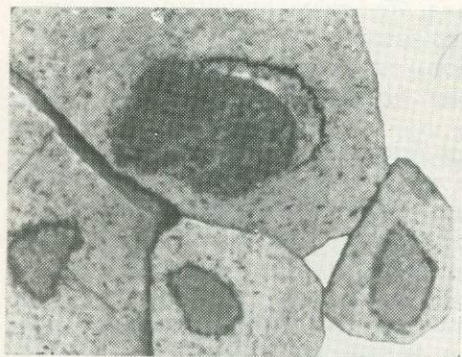


Рис. 198. Штуфы гранита с ксенолитами габбро-диорита с оторочками биотита, отложившегося в стадии жидкого расплава гранита, что подтверждается отходом ксенолита от оторочки. Отвал золоторудного месторождения Невьянская Середовина

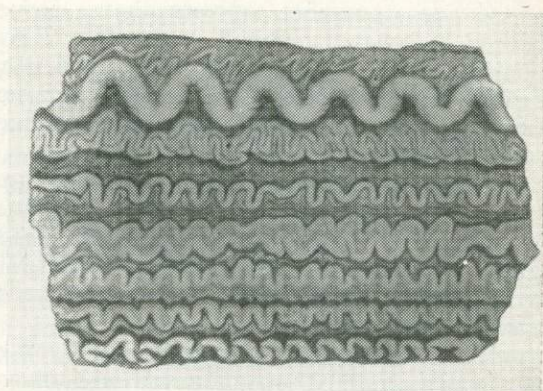


Рис. 199. Штуф ангидрита с кишечной текстурой, сфотографирован после распила глыбы. Урал. Образец передан в Геологический музей МГУ

их фотографирования каждый раз создавать благоприятную обстановку и применять особые приемы. Основными объектами подземного фотографирования являются элементы строения и состава рудных тел — форма, текстура, минерализация, нарушения, причем очень важно подметить и зафиксировать возrastное сочетание их, что достигается изучением признаков движений борозд и зеркал скольжения как в самих рудных телах, так и в околорудных зонах вмещающих пород. Именно такую цель преследовала подземная фотодокументация золоторудных месторождений, описанных и иллюстрированных в предыдущих разделах

Прежде чем сфотографировать выбранный объект, следует забой или стенку выработки, включающих его, хорошо очистить от перфораторной пыли и отмыть, по возможности уничтожив борозды и неровности, образующиеся после отпалки, шанцевым инструментом. Если из кровли забоя бьют струи воды, необходимо перекрыть их подвешенным щитом (железным листом или брезентом) над местом стоянки кассетного фотоаппарата. Если съемка ведется аппаратом ФЕД, достаточно фотографу прикрыть его брезентовым плащом. Если объект интересный и редко встречающийся в структурах месторождения, следует произвести несколько экспозиций, причем в таких случаях, выйдя из шахты, необходимо, не теряя времени, проявить негативы и, если они неудачны, снова спуститься в шахту для повторной съемки, учтя причины дефектов. Так поступал всегда автор. При подобных обстоятельствах были получены вполне нормальные фотоснимки, например на месторождениях Степняк (см. рис. 13), Бестюбе (см. рис. 45), и Бериккульском (см. рис. 74).

Особенно вызывает затруднение фотосъемка пунктов скрещений рудных жил между собой или с трещинами смещений дорудного и послерудного возраста, так как в этих случаях приходится делать дополнительные зарезки (ниши), чтобы обеспечить место стоянки штатива фотоаппарата, в зависимости от необходимого промежутка между ним и объектом (см. рис. 48, 72, 75). Эти снимки удалась благодаря применению для освещения прибора с магниевой лентой.

Иначе пришлось организовать фотосъемку пологой жилы в обширной камере, в стенке которой высотой в 7 м была обнажена широкая зона трех рудных слоев с кокардовой текстурой и с различным содержанием сульфидов и золота. Такой экспонат заслуживал полного охвата кассетным аппаратом с применением накладной линзы приближения. Стенка была освещена двумя электролампами в 500 Вт (см. рис. 82).

Панорамный способ фотографирования применялся и в подземных выработках. Так, участки рудных жил с ложными надвиговыми формами протяженностью в 6 и 10 м были засняты несколькими кадрами с перекрытием, соединенными затем по содержанию рисунка. Для захвата каждым кадром большей длины жилы ввиду малой ширины штрека применялась накладная линза удлинения (см. рис. 9 и 54).

Чтобы выяснить причину послышной смены рудной минерализации вследствие интерминерализационных подвижек, а также направление смещений в дизъюнктивных нарушениях, вскрываются обе поверхности мобильной трещины для фотографирования борозд и штрихов скольжения на них. Однако из-за стесненной подземной обстановки это не всегда удается сделать, в связи с чем, определив компасом пространственное направление движений по характеру борозд, приходится в большинстве случаев ограничиваться фотографиро-

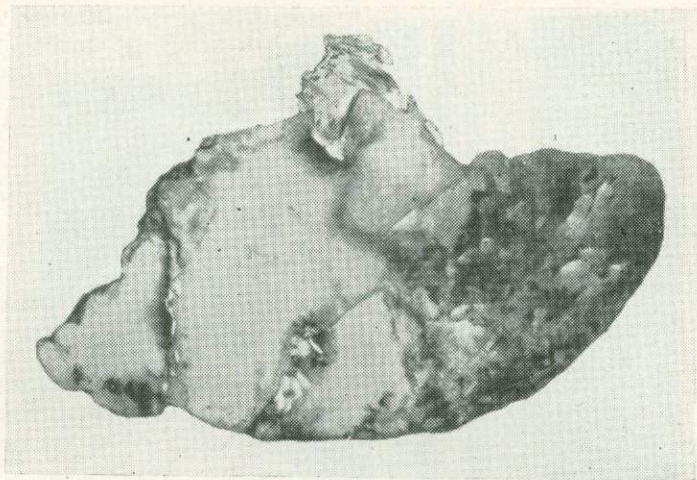


Рис. 200. Штуф золоторудного кварца с включениями пластинчатого золота (вверху, слева и внизу) и с агрегатом сульфидов (справа). Айдырлинское золоторудное месторождение

ванием штуфов, осторожно отделенных из соприкасающихся поверхностей мобильных трещин и вынесенных на поверхность (см. рис. 96—100).

Подземному фотографированию подлежат и такие не менее важные структурные объекты, как формы концов рудных жил при скрещении со сместителями дорудного и послерудного возраста (см. рис. 21, 69) или с контактами вмещающей породы с более древней толщей (см. рис. 14).

Не следует упускать случая сфотографировать, если не полную форму встреченного рудного столба, то хотя бы его детали, а когда в рудной жиле присутствует прослой самородного золота, следует фотографировать, отчетливо начертив его контур (см. рис. 37).

Совершенно аналогичен описанному процесс фотосъемки в разведочных шурфах с рассечками на некоторой глубине, как это проводилось на Кочкарском рудном месторождении с тем только различием, что там фотограф был стеснен в своих действиях и для установки фотоаппарата приходилось расширять проходку и чаще пользоваться накладной линзой удаления (см. рис. 118, 119, 122).

В некоторых случаях геолог стремится не только зарисовать или сфотографировать какую-либо особо интересную часть рудной жилы, но и взять штуф. Легче взять кусок жилы с той или другой минерализацией или с видимым золотом (рис. 200, см. рис. 37), но труднее высвободить штуф, заключающий какую-либо редкую структурную деталь, например скрещение двух рудных жил. Такой участок, поскольку он представляет скрещение трещин, при отпалке или даже при самом осторожном выкалывании его геологическим молотком может не сохранить сплошности и распадется.

Однако, если встретится такой объект, следует попытаться извлечь его при помощи зубила и молотка или воспользоваться услугами шахтера-бурильщика, который может перфоратором обурить его и облегчить работу с зубилом.

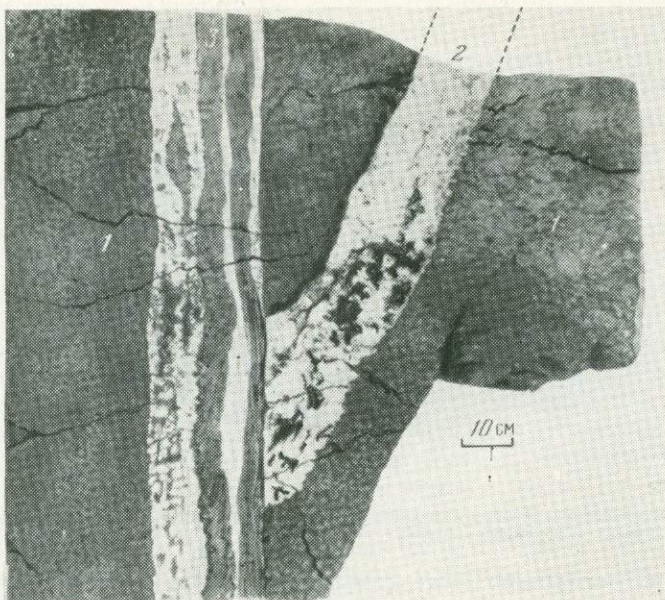


Рис. 201. Штуф гранодиорита (1), включающий скрещение двух разновозрастных рудных жил: белого кварца (2) с вкраплениями незолотоносного пирита и полиметаллической (3) высокозолотоносной. Джетыгорийское золоторудное месторождение. Штуф передан в Геологический музей Свердловского горного института



Рис. 202. Подземная выработка в период консервации и воссоздания Центрального золоторудного месторождения при участии автора. Фотосъемка при помощи магневой ленты и автоспуска

Таким способом на Джетыгорийском месторождении автору удалось изъять штуф, интересный не только как структурная деталь, но и сочетанием двух разновозрастных минеральных ассоциаций в скрецающихся жилах разрывного и сколового типа (рис. 201). Штуф был передан в Геологический музей Свердловского горного института.

Вполне естественно желание геолога зафиксировать на фотоснимке самого себя, особенно в процессе документации геологического объекта, что в наземных условиях достигается без особого труда, используя автоматический спуск (см. рис. 194, 1 и 3). Первый 1 соединяется с фотоаппаратом тросиком, кнопочный конец которого зажимается выступом, могущим подниматься и опускаться под действием часовой пружины, заводимой вращением ключа (пластинка на передней стенке). Расстояние от аппарата, на котором снимающийся будет стоять, вымеряется по шкале выдвигаемой камеры, и после того как автоспуск будет заведен, а кассета выдвинута, нужно заснять намеченное место, пока автоспуск не сработал. При таком же фотографировании в подземной выработке освещение осуществляется зажженной магниевой лентой длиной, рассчитанной на время действия автоспуска. Таким способом автор сфотографировал себя в выработке Центрального месторождения в период его консервации и накануне восстановления, производившегося при участии автора (рис. 202).

Исправление дефективных фотоснимков. Если на месте работы и можно переснять объект в случае получения дефективного фотоснимка, то это невозможно сделать при обработке негативов при возвращении геолога на место постоянной службы.

Как исправить дефективные негативы и фотоснимки, подробно объяснено в книге Ф. С. Бабанкина, здесь же укажем, как исправить некоторые дефекты наиболее нужных и ценных фотоснимков.

1. Если негатив получился очень плотным (передержка) или наоборот очень светлым (недодержка), и исправление их ослабителем и усилителем не дает желаемого результата, рекомендуется, отпечатав негатив на матовой бумаге, повторить основное содержание рисунка тушью, а затем скопировать, применив условные обозначения. Так прилагаемый графический рисунок заменил недодержанный вечерний фотоснимок (рис. 203).

2. Фотоотпечатки с неравномерной плотностью удаётся выровнять путем погружения мокрого фотоснимка в разбавленный проявитель и выдерживания нужное время действия его на участки различной плотности, покачивая ванну, чтобы не допустить образования резких границ. Тот же результат можно

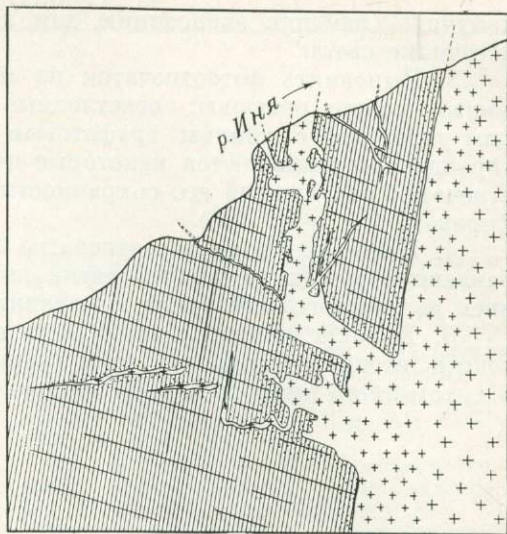


Рис. 203. Фото рисунка на основе дефективного негатива (недодержка). Берег р. Иня

получить, изменяя экспозицию для отдельных частей негатива при слабом источнике света.

3. Выровнять фотоотпечаток на матовой бумаге с неравномерной плотностью можно ретушью: осветленные места осторожно протираются ватным тампоном с тонким графитовым порошком и затем ретушировочным карандашом усиливаются некоторые структурные детали. Такой исправленный отпечаток для лучшей его сохранности и для размножения следует сфотографировать (см. рис. 196).

4. Белые точки на фотоотпечатке на матовой бумаге уничтожаются разбавленной тушью, а черные пятна выскабливаются острым бритвенным лезвием до нужного осветления и выравниваются тушью.

5. Хорошо промытые негативы и пленки, а также фотоотпечатки не желтеют в течение десятков лет, если хранить их в коробке с прокладкой восковки в сухом месте при устойчивой температуре.

- Абдуллаев Х. М. Дайки и оруденение. М., Госгеолиздат, 1957, 231 с.
- Альбов М. Н. Вторичная зональность золоторудных месторождений Урала. М., Госгеолтехиздат, 1960, 214 с.
- Альбов М. Н., Быбочкин А. М., Логиновский В. М. Рудничная геология. Свердловск, Гостехиздат, 1956, 448 с.
- Афанасьев Г. Д. Проблемы гранитоидов и некоторые вопросы связанной с ними металлогении. — В кн.: Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. — «Труды Первого Всесоюзного петрографического совещания». М., Изд-во АН СССР, 1955, с. 32—51.
- Бабанкин Ф. С. Практическая фотография в геологоразведочном деле. М., Госгеолтехиздат, 1962, 206 с.
- Белоусов В. В. Факторы магмообразования и их связь с тектогенезом. — В кн.: Проблемы связи тектоники и магматизма. «Труды совещания». М., Изд-во АН СССР, 1969, с. 5—18.
- Бетехтин А. Г. Минералы группы самородной платины. Минералогия Урала, ч. II. М., Изд-во АН СССР, 1941, с. 14—41.
- Богданович К. И. Рудные месторождения, тт. I—II, 1912—1913, 936 с.
- Бородаевская М. Б. Некоторые вопросы геологии, петрогенезиса и металлогении малых интрузий поздних этапов развития тектоно-магматического цикла. — В кн.: Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. — «Труды Первого Всесоюзного петрографического совещания». М., Изд. АН СССР, 1955, с. 107—121.
- Бородаевский Н. И. Материалы по методам изучения структур и геологической перспективной оценки месторождений золота. — «Труды ЦНИГРИ», 1960, 417 с.
- Бэтман А. М. Промышленные минеральные месторождения. М., Изд-во иностр. лит., 1949, 646 с.
- Вольфсон Ф. И. Структуры эндогенных рудных месторождений. — В кн.: Основные проблемы в учении о магматических рудных месторождениях. М., Изд-во АН СССР, 1955, с. 521—622.
- Вольфсон Ф. И. К вопросу о генетической связи оруденения с интрузивными породами. — В кн.: Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. — «Труды Первого Всесоюзного петрографического совещания». М., Изд. АН СССР, 1955, с. 145—153.
- Вольфсон Ф. И. Проблемы изучения гидротермальных месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1962, 304 с.
- Высоцкий Н. К. Месторождения золота Кочкарской системы на Южном Урале. — «Труды Геолкома», 1900, т. XIII, № 3, 209 с.
- Высоцкий Н. К. Платина и районы ее добычи. Пг., Изд. «Уралплатина», ч. IV, 1923—1925, 692 с.
- Горский В. П. Роль глубинных разломов в формировании структурно-формационных зон Урала (на примере северной его части). — В кн.: Глубинные разломы. М., «Недра», 1964, с. 54—59.
- Гудков П. П. Рудник «6-я Беркульская площадь в Томском горном округе». Извлечение из кн.: Рудные месторождения В. А. Обручева, М., ГИЗ, 1929, с. 196—198.
- Гутт А. Е. Курс горной геометрии. Харьков—Днепропетровск, ОНТВУ, 1933, 275 с.
- Зенков Д. А. Элементы рудничной геологии. «Главцветмет», 1948, 171 с.
- Коптев-Дворников В. С. Проблема магматической петрографии в связи с формированием гидротермальных месторождений. — В кн.: Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. — «Труды Первого Всесоюзного петрографического совещания». М., Изд-во АН СССР, 1955, с. 122—144.
- Коржинский Д. С. Проблемы петрографии магматических пород, связанные с сквозьмагматическими растворами и гранитизацией. — В кн.: Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. — «Труды Первого Всесоюзного

петрографического совещания». М., Изд-во АН СССР, 1955, с. 220—234.

Крейтер В. М. Поиски и разведки полезных ископаемых. М., Госиздат, 1940, 789 с.

Крейтер В. М. Структуры рудных полей и месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1956, 270 с.

Кропоткин П. Н. Современные геофизические данные о строении земли и проблемы образования базальтовой и гранитной магмы. — В кн.: Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. — «Труды Первого Всесоюзного петрографического совещания», М., Изд. АН СССР, 1955, с. 262—276.

Кузнецов Ю. А., Якшин А. Л. Общие структурные закономерности проявления гранитоидного магматизма. — В кн.: Проблемы связи тектоники и магматизма. «Труды совещания», Изд-во АН СССР, 1969, с. 65—77.

Кутюхин П. И. Условия локализации оруденения в жилах Березовского месторождения. — В кн.: 200-летие золотой промышленности Урала. Изд. УФАН СССР, 1948, с. 249—275.

Лебедев П. Н. Гранитизированные породы в Кочкарском районе (Южный Урал). — «Бюлл. научно-технической информации». М., Госгеолтехиздат, 1963, № 1 (45), с. 10—13.

Линдгрэн В. Месторождения золота и платины. Извлечение из кн.: «Минеральные месторождения», 1928 г. М., «Цветметиздат», 1932, 187 с.

Менерт К. Мигматиты и происхождение гранитоидов. Пер. с англ. М., «Мир», 1971, 327 с.

Монич В. К. Геологический очерк Беркульского золоторудного района. — «Труды треста «Золоторазведка» и НИГРИ-золото», 1937, вып. 7, с. 51—177.

Петровская Н. В. О некоторых закономерностях размещения рудных столбов и минералогических критериях поисков скрытых участков богатых руд. (На примере некоторых золоторудных районов). — В кн.: Вопросы изучения и методы поисков скрытого оруденения. М., Госгеолтехиздат, 1963, с. 314—333.

Рудные столбы месторождений золота — В кн.: Проблемы образования рудных столбов. «Наука», Сиб. отд., 1972, с. 50—209.

Серебровский А. П. На золотом фронте. М., Изд. АН СССР, 1936, 421 с.

Слободской Р. М. Критерии механизма образования гранитоидных плутонов. «Наука», Сиб. отд., 1971, 171 с.

Смирнов В. И. Геологические основы поисков и разведок рудных месторождений. Изд-во МГУ, 1954, 597 с.

Смолин А. П. Отчет о работах в Мартайгинской партии. — «Изв. Сиб. отд. Геолкома», Томск, 1924, с. 39—41.

Смолин А. П. Значение маркшейдерских материалов при исследовательских работах. — «Труды общесибирского маркшейдерского съезда», Томск, 1925.

Смолин А. П. Гумбейское месторождение вольфрама. — Материалы Уральск. отд. Геолкома, 1929, 31 с.

Смолин А. П. Не только добывать, но и изучать золото. — «Советская золотопромышленность», 1936, № 8.

Смолин А. П. Джетыггорийское золоторудное месторождение «Веселый аул». — «Труды треста «Золоторазведка», 1936, вып. 6.

Смолин А. П. Самородки золота Урала. М., «Недра», 1970, 144 с.

Союшкин Е. П. Опыт применения микроструктурного анализа к изучению жильных месторождений. — «Труды ИГН «Вопросы изучения структур рудных полей и месторождений», 1955, вып. 162, с. 69—81.

Союшкин Е. П., Рыбалов Б. Л., Хорошилов Л. В. Выявление дизъюнктивных нарушений и определение их возраста. — В кн.: Структуры рудных полей и месторождений. ИГЕМ, АН СССР, 1960, с. 144—170.

Судовиков Н. Г. Вопросы связи оруденения с гранитами. — В кн.: Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. — «Труды Второго Всесоюзного петрографического совещания». М., Госгеолтехиздат, 1960, с. 195—203.

Татаринов П. М. Условия образования месторождения рудных и нерудных полезных ископаемых. М., Госгеолтехиздат, 1963, 369 с.

Успенский Н. М. О генезисе гранитизации. — В кн.: Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. — «Труды Первого Всесоюзного петрографического совещания». М., Изд-во АН СССР, 1955, с. 235—244.

Хьюлин К. Д. Структурные условия отложения руд. (пер. А. Д. Королева). — «Труды МГРИ», 1938, т. 11, с. 136—156.

Чуплин И. И. Челябинская группа месторождений золота и арсенопирита. — «Вестник Геолкома», Л., 1925, № 1, с. 16—18.

Чупилин И. И. Кочкарское месторождение арсенопирита. — «Вестник Геолкома», Л., 1925, № 1, с. 14—15.

Чухров Ф. В. О миграции золота в зоне окисления. — Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № 4.

Шавкин Г. Н. Кочкарское месторождение. — В кн.: 200-летие золотой промышленности Урала, Изд. АН СССР, 1948, с. 342—355.

Шахов Ф. Н. О происхождении гранитных магм и рудных месторождений. —

В кн.: Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. — «Груды Второго Всесоюзного петрографического совещания». М., Госгеолтехиздат, 1960, с. 142—149.

Эммонс В. Введение в учение о рудных месторождениях (пер. В. Н. Котульского). М., Госиздат, 1925, 344 с.

Яновский В. М., Туголев Л. Д. Особенности состава и строения Пластовского массива плагиогранитов. — «Советская геология», 1967, № 5, с. 80—94.

- Амигдалоиды 37, 65
 Антиклинорий континентальных пород 109, 173
 Апикальная зона гранитоидов 18, 109
 Ассимиляция порфирита диоритом 103, 104
- Березитизация 127
 Биотит мусковитизированный 110
 Биотит в табашках и ксенолитах 123
 Блочные движения 20, 58, 59
 Блок-диаграммы деталей скрещения рудных жил с дорудными смесителями 58, 59
 Борозды, штрихи, зеркала скольжений 39, 49, 64, 67—69, 78, 79, 84—97, 148—150, 175
 Брекчи:
 — рудные 51
 — вулканические 66
 Брекчиевая кольцевая рудная жила 75
 Бурристый плотик рудной жилы 49
- Взаимное пересечение даек 142
 Взбросо-надвиг 20, 49, 50
 Выклинивание рудных жил 19, 20, 22
- Генерации кальцита 61, 64
 — анкерита 64, 80, 85
 Генерации карбонатных жил 64
 Глинка жильная 9, 36, 75, 96
 Глубинный разлом на поверхности 70, 71
 Глубинные разломы 209
 — на рудных полях 68—73, 115, 118, 167—169, 175, 176
 — рудовмещающие 167, 172
 — доинтрузивные 210—219
 — послепитрузивные 219
 — на гнейсовых складчатых площадях 220
 Горст рудного конуса 19
 Гранитизация 102, 109, 180
 — покровных пород 119, 130
 Гранито-гнейс 187
 Гранулированный кварц 102, 110
 Групповое распределение рудных жил 145—172
- Дайки различного состава рудных полей 112—121, 139—145
- минерализованная халькопиритом и самородной медью 142, 143
 — двойная 120, 121
 — взаимно пересекающиеся 142, 143
 — микроклиновая 175
 — табашковидные 102—124
 Дайки диабазовые 75—77
 — совместно залегающая с рудной жилой 76
 — скрещение с рудной жилой 76, 77
 — пересечение рудной жилы 77
 Делимость рудовмещающих пород 9
 — блоковая в диоритовом массиве 18, 19
 — мелкоблоковая с микросмещениями в туфогенно-осадочной толще 16
 — слоистая в рудоносном эффузивном порфирите 64
 — ромбоздрическая в туфопесчаной толще (по слоистости и кливажу) 16
 Диаграммы элементов совместного залегания трещин отдельности, рудных жил и смесителей (сетки Вульфа) 103, 111, 117
 Динамометаморфизм 123, 146, 164
- Золото самородное в жилах 44, 45
- Известняки рудных полей:
 — кембрийские (с археоциатами) 63—65
 — карбоновые (битуминозные и мраморизованные, синклиналь с брахискладками) 109, 176, 177
 Интерминерализационные подвижки 9, 51, 84, 85, 152
- Каолинизация 153
 Карбонатизация 79—82, 85, 153
 Карбонатные жилы 64, 66
 — рудные жилы 79—81
 Кливаж 10
- Контакты:
 — стратиграфический 64
 — тектонический 22—24, 42, 64
 Контактные сульфидные тела 88, 89
 Конус кольцевых рудных жил 49
 Кора выветривания 102, 103
 Кочкарский гранитоидный комплекс:

— микроклиновый гранит 103—107
Крючкообразный загиб рудной жилы 53, 54
Ксенолиты 138—139
— плейчатый 109, 130, 131

Ложные смещения:

— внутри рудной жилы по реликтам трещин отдельности 20—22
— надвиг частей рудной жилы 20, 21, 54
— в конце тупого конца рудной жилы 22, 23
— послерудный сдвиг рудной жилы 51, 52

Медь самородная 152

Метасоматиты 102, 115, 174

— табашки 114, 162, 163

Мигматиты 132

— стадии мигматизации: палеосома, неосома, лейкосома, меланосома 132

— строение мигматитов (складчатое, будинажное) 132, 137

Микроклиннизация плагиогранита 102, 105—107

Микросмещения мелкообломочных блоков и кварцевых прожилков в туфогенной рудовмещающей толще 28, 29

Микросмещения в рудоносных трещинах 92, 93

Многократное раскрытие рудоносных разломов 120, 121

Многократное раскрытие разломов с дайками 120, 121, 142, 144, 140—150

Наращивание мощности рудных жил 20—22, 25, 26, 84, 85

Окварцевание золотоносных сланцев 7

Ороговикование контактовое 16, 68

Осложнение формы рудных жил:

— крючковатые 52, 53
— при взаимном скрещении 50, 51
— прерывистость 50, 51
— складчатые 54, 55
— расслоенные 22
— утолщения, утонения 54

Пегматитовые жилы с драгоценными камнями 178, 179

Послерудные смещения 17, 18, 124, 125, 128

Признаки древних работ 179

Признаки длительной мобильности глубинного разлома рудных площадей 68—73

— горизонтальные борозды скольжения 67
— прожилки кальцита и пирита двух генераций 70—72

— рассланцевание стенок 70—72

— дорудные и послерудные смещения рудных жил 70—72

Проблема пространства гранитоидного массива 131

Псевдотрахилит 143, 144

Расщепление рудной жилы в трещинной зоне 54, 55

Реликты трещин отдельности диорита внутри рудной жилы 20—22

Рудоконтролирующие факторы, 8, 191

Рудный клин, ограниченный сходящимися смесителями 148—150

Рудный шлейф волоचना 50, 51

Рудные столбы 184—207

— изучение рудных столбов зарубежными геологами 184—188

— то же, отечественными геологами 188—193

— вольфрамовые 200—204

— золотоносные 194—197

— жильноплоскостные 29, 30, 44, 45

— камерные 30, 31

— пегматоидные с бериллием 204

— пегматоидные с мусковитом 203

— сульфидные 191

— хрусталоносные 204—206

Сателлиты покровных пород в контактовой зоне 103

Серицитизация 127, 153

Силицификация 159

Сквозьмагматические растворы 131, 132

Склонение рудных жил 13, 30, 31, 126

Скрещения рудных жил с дорудными смесителями 27, 57—59, 125, 166

Сместители доинтрузивные 9, 24, 27, 29, 68—70, 167, 168, 173

Сопряжение рудных жил — пологой с крутопадающими 50, 51, 87—89

Степянский интрузивный комплекс 16

Строение рудных жил 8

— коленчатое 20, 23

— кольцевое 40, 43 48, 49

— кулисовое 9, 125, 155, 156

— линзовидное 9, 125, 155

— многослойное 9, 20—22, 82, 83, 93, 120

— однослойное 9, 21, 46

— рассланцевания 9, 21, 22

— складчатое 87, 88

— ступенчатое 9, 25, 31, 56, 125

Табашки 122—134, 146, 147

— метасоматиты 102, 115, 130

— состав табашек 122

Талики 102

Текстуры рудных жил:

— брекчиевая 42, 45—47, 74, 92, 93

— кокардовая брекчиевая 80, 81

— кордовая кольцевая 151, 152

- массивная 27, 45, 97
- полосчатая 27, 30, 46
- Текстуры вмещающих пород:
 - книжная 40
 - миндалекаменная 86
 - рассланцевания 80
 - складчатая 87
- Тектонические разломы 115—118
 - внутригранитоидные (омоложенные) 1
 - доинтрузивные 116—118
 - коры выветривания 116
- Типы золоторудных месторождений 7—9
- Трещины отдельности гранитоида и связь их с рудоносными 107, 110—113, 147, 148, 156—159, 169, 170, 173
- куполовидные 107, 108

- Флексурные загибы рудных жил 153—155
- Формации золоторудных месторождений:
 - кварц-пиритовая 128, 129
 - кварц-арсенопиритовая 130
 - кварц-сульфидная 26, 32
 - кварц-карбонатно-сульфидная 45, 91—94

Хлоритизация 153

- Эллипсоид деформации 14, 97
- Этапы мобильности вмещающих пород 7
- Эффузивный рудоносный порфирит 62
- Эффузивно-туфогенные породы 105

Оглавление

Введение	3
--------------------	---

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ФОРМА, СТРОЕНИЕ И МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЖИЛЬНОРУДНЫХ ТЕЛ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА, СТРОЕНИЯ, ЭТАПОВ МОБИЛЬНОСТИ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД И ОТ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ НАРУШЕНИЙ ИХ

I. Различные структурные типы месторождений	7
1. Роль рудных разломов	8
2. Условия образования рудных тел	8
II. Месторождение Степняк	10
1. Краткий очерк изучения рудного поля	10
2. Строение рудного поля	15
III. Месторождение Бестюбе	32
1. Краткий очерк изучения рудного поля	32
2. Краткий очерк геологии района	35
3. Строение рудного поля	37
4. Строение рудных жил	48
IV. Месторождение Бериккуль	60
1. Краткий очерк изучения и эксплуатации месторождения	60
2. Стратиграфическое положение и строение рудного поля	62
3. Рудные жилы	77
4. Значение изучения признаков движения	94

ГЛАВА ВТОРАЯ

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ КОЧКАРСКОГО РУДОНОСНОГО ГРАНИТОИДНОГО МАССИВА

I. Краткий очерк изучения и освоения рудного поля	98
II. Строение Пластовского рудного поля	101
1. Поверхностные рыхлые отложения и древняя кора выветривания	101
2. Различные представления о происхождении Кочкарского гранитоида	103
3. Условия формирования плагиигранитового массива	107
4. Внутреннее строение рудоносного плагиигранитового массива	110
III. Геолого-структурная документация Ново-Троицкой южной части Кочкарского рудного поля	129
1. Вводный обзор объектов наблюдений	129
2. Породы, вмещающие рудные жилы (гранитизированные породы, лигматиты дайки	130
3. Групповое расположение рудных жил	145
4. Основные результаты документации Ново-Троицкой рудной площади	172
IV. Каменский рудный участок известняковой полосы в южном конце плагиигранито- вого массива	174
V. Заключение	180

239

ГЛАВА ТРЕТЬЯ
РУДНЫЕ СТОЛБЫ

1. Этапы изучения рудных столбов	184
2. Некоторые примеры рудных столбов различной формы и состава	194
3. Проблемы образования рудных столбов	206

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ
ГЛУБИННЫЕ РАЗЛОМЫ

1. Доинтрузивные глубинные разломы	210
2. Послеинтрузивные глубинные разломы	219
3. Глубинные разломы складчатых гнейсов	220

ГЛАВА ПЯТАЯ
ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Список литературы	233
Предметный указатель	236

АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ СМОЛИН

СТРУКТУРНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Редактор издательства *А. И. Панова*. Технический редактор *А. Г. Иванова*.
Художник *М. И. Гозенпут*. Художественный редактор *В. В. Быкова*
Корректор *А. А. Переверникова*.

Сдано в набор 28/VIII 1974 г. Подписано в печать 8/I 1975 г. Т-01413.
Формат 70 X 90¹/₁₆. Бумага № 1. Печ. л. 15,0. Усл. п. л. 17,55. Уч.-изд. л. 20,09.
Тираж 2 700 экз. Заказ № 1216/2644—2. Цена 2 р. 42 к.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.
Ленинградская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров
СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.
196006, г. Ленинград, Московский пр., 91.

1268



НЕДРА

