

ТРУДЫ

ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Выпуск 16

А. А. ИВАНОВ

ГЕОЛОГИЯ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА
НА УРАЛЕ

П-162а

СК

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ТРУДЫ

ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Выпуск 16

А. А. ИВАНОВ

ГЕОЛОГИЯ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА
НА УРАЛЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО УРАЛЬСКОГО ФИЛИАЛА АКАДЕМИИ НАУК СССР
СВЕРДЛОВСК . 1948

ТРУДЫ
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Выпуск 16

А. А. ИВАНОВ

ГЕОЛОГИЯ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА
НА УРАЛЕ

П-162а | П 14365
Горно-геологический институт.
... вып 16.
2.40г.
П 14365.

[553.4 II (57.81)]

ТРАДЫ

ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Виды 10

А. А. НАВРОЗ

ТЕОРИЯ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА НА УРАЛЕ

п 14365
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргизской ССР

ВВЕДЕНИЕ

Самородное золото на Урале является широко распространенным минералом. Коренные месторождения золота наблюдаются среди всех геологических зон Урала. Месторождения золота связаны почти со всеми комплексами горных пород самого различного возраста и состава.

Золото встречается на Урале в самых разнообразных типах месторождений, отличных по составу, морфологии и генезису, поэтому без детального всестороннего рассмотрения общих вопросов геологии Урала и его тектоники нельзя получить более или менее ясное представление о коренных месторождениях золота.

Вот почему, несмотря на обилие полученного фактического материала, до сих пор нет сводных работ по золотым месторождениям. Изучение золотых месторождений несколько отстало от изучения месторождений других полезных ископаемых, например, меди, железа и др.

Это отставание объясняется низкой технической культурой золотой промышленности в дореволюционное время, когда преобладала, за ничтожными исключениями, самая примитивная техника эксплуатации месторождений, в силу чего подавляющее большинство месторождений разрабатывалось до глубины 20—30 м, и глубокие горизонты были недоступны для наблюдений.

Только после Великой Октябрьской революции наметились огромные сдвиги в направлении рациональной и интенсивной разработки месторождений с применением передовой техники. Глубины разработок за весьма короткий срок стали измеряться на многих месторождениях десятками и сотнями метров.

Появились многочисленные кадры квалифицированных геологов, специализирующихся на исследовании коренных месторождений золота. Эти кадры в настоящее время представляют на Урале большую научную и техническую силу.

История исследования

За 200-летний период существования золотой промышленности на Урале многие ученые, в том числе крупнейшие мировые исследователи, как русские, так и иностранные, занимались изучением различных золотых месторождений Урала. Наиболее ранние работы относятся к началу XIX и даже к концу XVIII века.

Начало исследований уральских золоторудных месторождений связано с именем известного натуралиста и путешественника Петра Симона Палласа (1786), который в своей работе «Путешествия по разным местам государства Российского» впервые описал дайки гранитоидов, включающих лестничные золотоносные жилы Березовска.

Через 3 года после этого Германи дает подробные сведения о разработках золота на этом же месторождении и перечисляет вмещающие породы, а в более поздней своей работе (1806) дает и характеристику золотоносных жил.

В 1789 г. акад. И. Севергин впервые составляет подробную характеристику 19 минералов Березовского месторождения.

10

К периоду 20-х и 30-х годов XIX столетия относятся работы, тоже по Березовску, крупнейших ученых того времени,—А. Гумбольдта и Р. Мурчиссона.

В числе наиболее известных исследователей Березовска в дореволюционное время отметим еще: Окладных (1862), Копткевича (1880), Пошени (1895), Пуригтона (1903).

Изучением Пышминского месторождения (1892) занимались Коблянский и Гельмхагер.

Капитальные исследования известного Кочкарского месторождения с составлением структурной карты проведены Н. К. Высоцким (1900).

Довольно большое внимание уделил в своих работах золоторудным месторождениям Урала А. П. Карпинский. Им было дано описание горных пород Березовска и составлены две руководящие статьи, представляющие собою синтез всех предшествующих исследований: одна статья помещена в путеводителе VII Геологического Конгресса (1897), а другая—в работе «Восточный склон Урала и его богатства» (1898).

В 1911 г. В. В. Никитиным проведено изучение Кремлевского и Богатых месторождений.

К 1912 г. относится геологическая характеристика Айдырлинского месторождения, данная М. А. Усовым и П. П. Гудковым.

Изучением самородного золота коренных месторождений с минералогической точки зрения занималось также довольно большое число исследователей дореволюционного периода. Описанию форм кристаллов золота из Березовского месторождения еще в 1830 г. посвящается небольшая работа Г. Чайковского. В 1836 г. Г. Колобов описывает формы и парагенезис золота с другими минералами в верхних горизонтах того же месторождения.

Данные о химическом составе золота впервые появляются в работах известного исследователя уральских минералов Г. Розе в 1842 г.

Большое значение имеют работы П. В. Еремеева по изучению кристаллографических форм самородного золота. В 1877 и 1894 гг. им опубликовываются результаты его работ по изучению кристаллов золота как из россыпей, так и из Кремлевского золоторудного месторождения.

В 1907 г. К. Ненадкевич провел анализ чрезвычайно интересного в минералогическом отношении медистого золота Карабашского золоторудного месторождения.

Планомерное, проводимое в широких масштабах, изучение уральских коренных месторождений золота начинается после Октябрьской революции. Исследованиям подвергается подавляющее большинство известных месторождений. В изучении их участвует широкий круг геологов, преимущественно молодых, воспитанных в советских вузах и выросших на предприятиях советской золотой промышленности.

Наиболее ранние исследования послереволюционного периода открываются работами крупнейшего знатока рудных месторождений Урала А. Н. Заварицкого, который провел обширные исследования как рудных, так и россыпных месторождений в Тогузакском районе в 1926 г.

В этом же десятилетии проводит геологическую съемку Березовского месторождения А. А. Смирнов и обследует ряд золоторудных месторождений, главным образом, Миасского и Кочкарского районов А. П. Смолин.

Наиболее широко проводятся исследования золоторудных месторождений после 1930 г.

Капитальные работы по изучению геологии, структуры и минералогии Березовского месторождения проводятся большим коллективом геологов, в числе которых должны быть отмечены: П. И. Кутюхин, Н. А. Морозов, П. Н. Бокарев, И. И. Яковлев, В. А. Задерновский, А. П. Переляев, В. Н. Гусев, А. А. Иванов, М. Б. Бородаевская, Н. И. Бородаевский и др.

Изучению Богатых месторождений посвятили свои работы Д. С. Штейнберг и Н. А. Ярош: первый—в области петрографии и структуры, вторая—в области минералогии.

Агафуровское месторождение изучал А. А. Иванов.

Детальные исследования Пышминского месторождения по выяснению структуры и изучению минералогии проведены А. Е. Малаховым, С. А. Вахромеевым, Ю. С. Соловьевым и др.

По Джетыгаринскому месторождению должны быть отмечены глубокие исследования П. И. Кутюхина и Д. С. Штейнберга.

Строение и состав Кумакского месторождения детально освещены работами М. Н. Альбова и Н. В. Куклина.

Структура и минералогия Айдырлинского месторождения изучались А. А. Ивановым, Ф. И. Рукавишниковым, Н. В. Поповым, Н. К. Спицыным.

Структуру и петрографию гранитоидов, вмещающих Кочкарское месторождение, структуру и вещественный состав самого месторождения всесторонне осветили многолетними исследованиями И. В. Ленных, И. И. Чупилин, Г. Н. Шавкин, П. И. Кутюхин.

Всестороннее изучение месторождений Миасского района и Северной части Башкирии провел Н. И. Бородаевский. Месторождения этого района многие годы изучал Г. В. Смирнов и И. С. Рожков. Последним, кроме того, детально изучена геология и минералогия Мелентьевского полиметаллического месторождения.

Месторождения Непряхинской группы изучил М. Н. Альбов.

По месторождениям Челябинского района необходимо отметить работы И. И. Чупилина.

Изучение оригинального по своей структуре и минералогии Карабашского месторождения проведено М. П. Ложечкиным, Н. И. Бородаевским и А. П. Переляевым.

В изучении золоторудных месторождений Сысертского и Полевского районов деятельное участие принимали В. П. Трифонов, Г. Н. Морозов, А. И. Золотко.

Месторождения Невьянской, Кунаро-Шайдурихинской и Аятской групп в течение ряда лет исследовались С. Г. Заводчиковым, Д. С. Штейнбергом, А. А. Ивановым, М. А. Даниловым, А. И. Александровым, Е. И. Воронцовой, в результате чего детально освещены структуры рудных полей и их минералогия.

Группа месторождений Рефтинского и Баженовского районов исследовались И. В. Ленных, С. Г. Заводчиковым, А. А. Ивановым.

Богомоловскому, Серебрянскому, Хеоинскому, Теплогорскому, Масловскому месторождениям Турьинской группы и др. месторождениям Северной части Среднего Урала посвящены работы А. А. Иванова, И. В. Ленных, И. С. Рожкова, В. П. Трифонова, П. М. Замятина, А. И. Чернышева, А. Г. Вавилина, А. А. Коренева, С. А. Маханова, П. И. Чернышева.

По месторождениям Ивдельского района и бассейна р. Заблудящей (Вишера) серьезные исследования были проведены П. К. Олерским.

Мы не касаемся здесь истории исследования месторождений колчеданного типа, что не входит непосредственно в нашу задачу, и этот вопрос, кроме того, достаточно освещен в литературе.

Проведенный нами выше обзор истории исследования уральских коренных месторождений золота является далеко неполным и этому вопросу должна быть посвящена специальная работа.

1. Приуроченность месторождений золота к основным геологическим зонам и интрузивным комплексам

Характеристику распределения золотого оруденения удобнее всего будет провести по геологическим зонам, слагающим Урал. Этим самым можно будет получить наиболее ясное представление о геологических закономерностях в размещении месторождений.

а) Западный склон Урала

На западном склоне в пределах развития нижне- и средне-палеозойских толщ золотое оруденение проявлено весьма слабо. Однако здесь известно несколько пунктов, где концентрация золота в кварцевых жилах достигает промышленного значения. К таким участкам относятся: Чувальское месторождение в бассейне р. Вишеры, район р. Ашки, притока Межевой Утки, с его кварцевыми жилами и Авзяно-Петровские месторождения на Южном Урале. Существуют еще указания на ряд пунктов в пределах западного склона (Кусинский, Бардымский районы), где наблюдаются выходы золотоносных кварцевых жил, но эти указания довольно неопределенны.

Из месторождений западного склона геологически изучено более или менее Чувальское месторождение на севере. Оно представляет собою кварцево-кальцитовую жилу в расщепленных доломитах силурийского возраста. В этом районе установлен еще ряд золотоносных кварцевых жил. А. А. Аверин, исследовавший месторождение, генетически связывает его с выходом Велсовской интрузии микроклиновых гранитов, возраст которой точно не установлен, но во всяком случае эта интрузия моложе силура, который она интрузирует. Промышленной эксплуатации из месторождений западного склона подвергались, по видимому, только Авзяно-Петровские месторождения, где у ручья Б. Ключ, притока Б. Авзяна, известен карьер, которым разрабатывалась кварцевая жила до 2 м мощности.

б) Метаморфическая зона водораздельного хребта (свита М)

В пределах метаморфической толщи, так называемой свиты М, золоторудных месторождений известно уже значительно больше, чем в отложениях западного склона, и здесь имеются месторождения, подвергавшиеся промышленной эксплуатации.

На севере в бассейне р. Заблудящей, притока р. Велс, известно месторождение «Поповская сопка», которое хотя и не эксплуатировалось, но, по видимому, представляет промышленный интерес. Далее, значительно южнее, в районе с. Промысла, близ пересечения зоны метаморфических пород ж. д. линией Молотово — Свердловск, известно месторождение «Кварцевая гора». Затем к югу, в бассейне р. Серебряной, притока р. Чусовой, разрабатывалось месторождение Хеонинское (Елизаветинское). Известны выходы золотоносных кварцевых жил в бассейне р. Межевой Утки.

Южнее, примерно, на широте г. Свердловска свита М сильно сужается и на некотором интервале даже исчезает. На Южном Урале имеются указания о наличии кварцевых жил среди метаморфической толщи в пределах Миасского района и северной части Башкирии.

Данных для суждения об источниках золотого оруденения в пределах этой зоны в настоящее время совершенно не имеется, хотя вне районов упомянутых месторождений известны выходы гранитных интрузий (Н.-Уральская, Кусинская, Тургойк-Сыростановская), которым приписывают верхнепалеозойский возраст.

Минерализация кварцевых жил метаморфической зоны, а также и описанной выше зоны западного склона крайне бедна: помимо золота, обычные для золоторудных месторождений рудные минералы встречаются в ничтожных количествах.

в) Зона габбро-перидотит-плагиогранитового комплекса

Перидотит-плагиогранитовый комплекс состоит из ультраосновных пород, габбро, кварцевых диоритов, диоритов, плагиогранитов и сиенитов, связанных между собой во многих случаях постепенными переходами.

Этот комплекс является одним из крупнейших элементов в структуре Урала. Наибольшее развитие его приурочено к восточной границе метаморфической толщи водораздельного хребта. Породы комплекса тянутся почти непрерывной полосой, начиная от верховья р. Лозьвы на севере и кончая бассейном р. Урал — на юге.

Состав его на всем этом протяжении неоднороден. Наиболее северная часть полосы представлена породами платиноносной формации с значительным развитием дунитов и габбро, более южная часть полосы характеризуется развитием перидотитов.

Отличительная особенность металлогении ультраосновной части этих двух различных формаций состоит в том, что с габбро-пироксенит-дунитовой формацией связаны концентрации платины, а с перидотитовой — сравнительно убогие концентрации осмистого иридия с незначительной примесью платины.

Хотя эти две формации по составу и строению отличаются одна от другой, мы объединили их здесь, так как они залегают в пределах одной полосы, по видимому, близки по возрасту и имеют много сходных черт.

Месторождения золота связаны с более кислыми составляющими комплекса: плагиогранитами, кварцевыми диоритами, диоритами. Проявления золотоносности наблюдаются в связи с выходами этих пород в районах севернее р. Вишай, затем южнее по р. Канде, Тольгии, Шегультану, западнее с. Всеволодо-Благодатского. Золотоносные кварцевые жилы известны близ д. Воскресенки в верхнем течении р. Сосьвы. В районе с. Лая золоторудные месторождения известны под названием «Жеребцова гора». Еще южнее проявление золотоносных кварцевых жил устанавливается в районе Черноисточинского завода близ Белой горы по р. Серебрянке.

В зоне перидотитовой формации золоторудные месторождения в связи с выходами пород диоритового состава известны, примерно, на широте г. Н. Тагила, в районе огромной Тагило-Невьянской перидотитовой интрузии (Богатиха, Долгий мыс и др.).

На Южном Урале к этой же зоне перидотитовых и диоритовых массивов приурочен целый ряд месторождений: Наелы, Тьелга, Аглянское, Кошоевское, В. Коран, Калкан, Чертонышское и др.

Вопрос о генетической связи диоритовых интрузий с перидотитовыми и об отношении коренных месторождений золота к диоритам в ряде случаев не совсем ясен и требует еще дополнительного изучения.

Характерной чертой месторождений этой зоны (как и для месторождений предыдущих зон) является ничтожное наличие в золотоносных кварцевых жилах рудных минералов.

г) Зона габбро-диабазового комплекса

Продуктивный габбро-диабазовый комплекс, к которому приурочены многочисленные рудные и россыпные месторождения золота, устанавливается на Северном Урале в пределах Ивдельского района и нигде в других частях Урала не наблюдается. В виде пластовых залежек, штоков и жил габбро-диабазы протягиваются на север сравнительно узкой полосой на десятки километров, начинаясь несколько южнее г. Ивдель. Месторождения, связанные с этими интрузиями, являются с момента возникновения на севере Урала золотодобычи основными объектами эксплуатации.

В пределах полосы этих интрузий известно несколько золоторудных месторождений сравнительно небольшого объема: Травянское, Шешенское, Екатерининское и ряд кварцевых жил в районе р. Шайтанки. Содержание золота достигало здесь иногда высоких значений, но минерализация жил довольно слабая. Эти месторождения следует отнести к чисто кварцево-золоторудной формации.

Помимо месторождений золота, к интрузиям габбро-диабазов приурочены и залежки железных руд (магнетитов).

Здесь известно довольно крупное железорудное месторождение 1-го Северного рудника.

Этот комплекс мы выделяем условно, так как генетически он может быть связан с описываемой ниже зоной гранодиоритовых интрузий.

д) Зона гранодиоритовых интрузий Серовского района

Породы этого комплекса имеют в основном гранодиоритовый состав, с отклонением иногда в сторону более кислых и более основных разновидностей.

Полоса эта прослеживается от Масловского месторождения на севере до бассейна р. Туры на юге. К ней приурочено довольно большое число золоторудных месторождений, среди которых известны (с севера на юг): Масловское, Приозерное, Ларьковское, Воронцовское, Песчанское, Серебрянское, Мысовское и Травяное. Наиболее крупным из этих месторождений является Масловское.

Месторождения, приуроченные к этому комплексу, являются также чисто золото-кварцевыми, с незначительным присутствием иных рудных минералов. Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что золотое оруденение этой полосы значительно мощнее более западной полосы плагиогранитов-габбро-перидотит-плагиогранитового комплекса.

е) Зона вулканогенной зеленокаменной толщи

Как известно, с толщей вулканогенных пород древнего возраста S_2-D_1 связаны колчеданные месторождения. Полоса этих вулканогенных пород то суживаясь, то расширяясь, тянется на огромном расстоянии вдоль Уральского хребта, примыкая на западе или к ультраосновному комплексу, или непосредственно к свите М.

Согласно современным представлениям, высказанным акад. А. Н. Заварицким, образование колчеданных месторождений связано с древней вулканической деятельностью. Месторождения в ходе развития структуры Урала претерпели затем в большинстве своем сильные метаморфические изменения, отразившиеся как на формах колчеданных залежей, так и на структурах и текстурах руд.

Здесь нет необходимости давать более подробную характеристику этого типа месторождений, так как им посвящена обширная литература.

ж) Зона интрузий гранитоидов восточного склона Урала

Подавляющее большинство золоторудных месторождений расположено в зоне интрузий гранитоидов восточного склона Урала, с которыми они генетически связаны.

Массивы гранитоидов восточного склона Урала располагаются в виде трех полос субмеридионального простирания.

Первая полоса, наиболее западная, начинается на севере огромным Верх-Исетским массивом. В западной части этого массива развиты метаморфизованные плагиограниты, прорезанные жилами гранита, а в восточной — более молодые свежие нормальные граниты.

В северо-западной части массива, вблизи него, располагается небольшой Середовинский массив гранодиоритов. Далее к югу, следует Сысертский гранитный массив, который является как бы продолжением Верх-Исетского.

Южнее Сысертского массива располагаются Вишневогорский и Ильменский массивы, сложенные в основном нефелиновыми сиенитами, отделяющимися от гранитов каймой щелочных сиенитов. Нефелиновые сиениты считаются производными гранитной магмы и между ними и гранитами устанавливаются даже непрерывные переходы.

К югу от Ильменского массива находится ряд более мелких массивов: Уйский, Ахун-Карагайский, Верхне-Уральский, Магнитогорский и юж-

нее его еще несколько гранитных массивов в левобережной части р. Урал. Наиболее крупный из них Ахун-Карагайский массив в центральной своей части сложен нормальным микроклиновым гранитом, а в западной приконтактной части развиты гранодиориты.

Вторая восточная полоса массивов гранитоидов включает наиболее крупные интрузии Урала. В направлении с севера на юг следуют один за другим следующие массивы: Салдинский, Мурзино-Алабашский, Шилово-Коневский, Челябинский, Кочкарский, Джабык-Карагайский и Сувундукский с Айдырлинским.

Салдинский массив в центральной части сложен нормальными микроклиновыми гранитами, а в периферической кварцевыми диоритами и плагиогранитами.

Огромный Мурзино-Алабашский массив, хорошо известный своими многочисленными минерализованными пегматитовыми жилами, сложен в основном биотитовыми и частью мусковитовыми гранитами. Западный и восточный контакты массива сложены гнейсами.

Далее к югу, за Шилово-Коневским гранитным массивом с развитой жильной свитой и кварцевыми жилами, следует Челябинский массив, сложенный микроклиновыми гранитами и гранодиоритами. Микроклиновые граниты являются, по данным И. И. Чушина, более молодыми образованиями. Широкое развитие здесь имеют аплитовые дайки и кварцевые жилы.

В южнее расположенном Кочкарском массиве, по исследованиям И. В. Ленных, наблюдается та же неоднородность состава: наряду с развитием нормальных микроклиновых гранитов, довольно значительно развиты в восточной части гранитоиды гранодиоритового состава.

Далее следует значительный по размерам Джабык-Карагайский гранитный массив, по данным того же исследования, сложенный как нормальными микроклиновыми, так и плагиоклазовыми гранитами. Широкое развитие имеют здесь пегматитовые, аплитовые и кварцевые жилы, приуроченные в основном к периферии массива.

На южном продолжении Джабык-Карагайского массива расположен Сувундукский массив и восточное его ответвление — Айдырлинский массив.

Интрузия в целом вытянута в меридиональном направлении. Граниты представлены микроклиновыми разновидностями. Южная и центральная часть Айдырлинского массива, в отличие от северной, сложена гранодиоритами. Повидимому, эти две части интрузии являются разновременными образованиями.

Между этими двумя полосами интрузий гранитоидов располагается ряд мелких интрузий, которые, быть может, в значительной части, являются сателлитами крупных, вблизи расположенных. К выходам некоторых из этих мелких массивов приурочено золотое и редкометальное оруденение, как например, в Березовском месторождении. К этим мелким интрузиям относятся (с севера на юг): Первомайская, Верхотурская, Монетная, Шарташская и значительно южнее их — Аджитаровская, Гумбейские и Кацбахская. Из них первые сложены нормальными гранитами. Гумбейские интрузии, представленные несколькими мелкими телами, в основном имеют гранодиоритовый состав, а Кацбахский штокообразный интрузив, довольно значительных размеров, характеризуется наличием гранитоидов обеих разновидностей.

Третья небольшая полоса гранитоидов расположена восточнее второй. Она представлена несколькими интрузиями сравнительно незначительных размеров, в состав которых входят: Джетыгаринский, Милотинский и Мечетный массивы в бассейне р. Тобола на Южном Урале. С этими массивами связано золотое и мышьяковое оруденение. Эти массивы сложены гранитами, гранодиоритами и еще более основными разновидностями.

Все упомянутые выше интрузии гранитоидов образованы в варисский период складчатости, но большинство их формировалось не в одну фазу. В пределах этих интрузий мы видим две обособленных части: гранитовую

и гранодиоритовую. Они не являются только различными фациями единой интрузии. Интрузии микроклиновых гранитов произошли в более позднюю фазу, гранодиориты — в более раннюю.

Доказательством одновременности их происхождения может служить, во-первых, поведение элементов прототектоники (линий и плоскостей течения), а также трещин. Например, в сложном Айдырлинском массиве эти элементы, повидимому, составляют две различных системы, подтверждая тем самым тот факт, что гранитовая и гранодиоритовая части формировались самостоятельно. Затем, между этими частями комплексных тел контакты являются резкими. Наконец, каждая из этих формаций имеет свою жилую свиту, причем жилы гранодиоритов никогда не секут гранитов, а наблюдаются обратные явления.

С несомненностью устанавливается тот факт, что золотое оруденение связано, главным образом, с гранодиоритовой формацией. Граниты крупных массивов дают только слабые концентрации золотого оруденения. Исключение представляют граниты малых интрузий: Шарташской, Верхотурской, Благодатной и др., в связи с которыми наблюдаются крупные концентрации золота. Нужно подчеркнуть только, что эти малые интрузии по ряду признаков нельзя считать аналогами микроклиновых гранитов больших интрузий.

С гранодиоритами связаны многие золоторудные месторождения. Известны месторождения в пределах Айдырлинского, Джетыгаринского, Кочкарского, Челябинского, Верх-Исетского (Середовинского) массивов. Рудные жилы залегают здесь обычно в пределах выходов гранодиоритов, будучи связаны с элементами внутренней тектоники самих массивов. Такие соотношения наблюдаются почти всюду. Таким образом, создается представление, что оруденение приурочивается к куполовым частям массивов. Это явление совершенно очевидно, например, для Айдырлинского массива, где при сравнительно неглубоком срезе массива наблюдается чрезвычайно большая густота золотоносных жил, причем некоторые из них, пологопадающие, приурочены к трещинам, как бы повторяющим очертания кровли.

Однако вопрос о распределении оруденения в зависимости от уровня среза еще недостаточно изучен. Одни исследователи считают, что рудные месторождения отдаляются от массива по мере углубления среза, другие находят здесь более сложные взаимоотношения.

Довольно определенно теперь уже вырисовываются явления зональности золотого и редкометального оруденения по отношению к массивам гранитоидов.

В тех случаях, когда редкие металлы (вольфрам, молибден и золото) образуют заметные или, тем более, промышленные концентрации, они пространственно обособляются.

Месторождения вольфрама располагаются всегда ближе к центру интрузии, а золото далее к периферии. Подтверждение этого положения мы находим всюду. Так, в районе Гумбейских интрузий гранитоидов, представленных узкими вытянутыми телами, золоторудные месторождения располагаются зонально по обе стороны этих интрузий, тогда как месторождения вольфрама приурочены к самим массивам гранитоидов. В районе Благодатных массивов Кедровское месторождение шеелита расположено в пределах самого массива, а золоторудные месторождения вне его и т. д.

Такие соотношения хорошо согласуются с закономерностями, установленными геохимией. Как известно из геохимии, последовательность выделения элементов зависит от W и R_1 , или, иными словами, от энергетических показателей элементов. Вольфрам и молибден обладают меньшими ионными радиусами, большими валентностями и, следовательно, и большими энергетическими показателями по сравнению с Cu , Zn , Pb , Hg , Ag , Au , поэтому вольфрам и молибден должны отлагаться ближе к продуктивной гранитной интрузии.

Еще небезынтересно отметить одну характерную особенность металлогении интрузий гранитоидов восточного склона Урала. Если посмотреть на минералогический состав золоторудных месторождений по отдельным группам интрузий, то легко можно подметить различие в среднем вещественном составе по отдельным районам месторождений и сходство внутри районов. Намечаются как бы различные металлогенетические провинции на Урале, из которых можно было бы выделить следующие.

Район Березовского, Благодатного, Березогорского, Пышминского и др. месторождений, тяготеющих к Верх-Исетскому массиву, характеризуется, помимо наличия золота, присутствием промышленных концентраций меди и свинца. Благодатное месторождение в свое время разрабатывалось главным образом как медное, по отдельным жилам здесь добывался свинец; в Пышминском месторождении главным компонентом в руде является медь, в Березовском месторождении халькопирит и галенит распространены широко, а отдельные участки красных жил можно было бы эксплуатировать как медную руду, в Березогорском месторождении наблюдаются местами повышенные концентрации меди, свинца и цинка.

Далее на юг, в районе Челябинских и Кочкарских интрузий, в месторождениях с ними связанных, наряду с золотом широко распространены мышьяк. Парагенезис золота и мышьяка в месторождениях этого района создает им особую, так сказать, «физиономию».

Южнее, в районе Джабык-Карагайской, Кацбахской, Гумбейских, Сувудукской и Айдырлинской интрузий, особенность в составе месторождений состоит в повсеместном почти распространении, наряду с золотом, вольфрама. Вольфрам наблюдается или в тех же золоторудных месторождениях, или, хотя и в обособленных, но расположенных поблизости и связанных с тем же интрузивным комплексом.

Наконец месторождения, связанные с третьей небольшой полосой гранитоидов на Южном Урале — Джетыгаринской, отличаются концентрациями мышьяка, наряду с наличием меди, свинца и цинка.

Если обратимся к охарактеризованным выше золоторудным месторождениям Северного Урала, связанным с различными комплексами пород (габбро-диабазы, гранодиоритами, плагногранитами габбровой полосы), то увидим, что минералогия их крайне бедна и по существу в кварцевых жилах обычно имеется только золото с небольшой примесью каких-либо других рудных минералов.

Таким образом, в отношении золотого оруденения на всем Урале можно было бы назвать пять провинций: Северо-Уральскую, Березовскую, Челябинско-Кочкарскую, Айдырлинскую, Джетыгаринскую.

Понятно, что нельзя провести между ними совершенно точные границы. Необходимо, кроме того, еще заметить, что чисто золото-кварцевые, слабо минерализованные, месторождения наблюдаются на Урале в том или ином количестве всюду, но наличие их отнюдь не ослабляет тех характерных черт отдельных провинций, которые мы отметили.

Совершенно неизученным в настоящее время является вопрос о приуроченности к различным интрузиям кислой магмы различных типов оруденения (золотого, медного, редкометального, железного) с точки зрения петрохимических особенностей этих интрузий. По ультраосновным и основным комплексам в этом вопросе известно уже значительно более. Постановка исследований в ближайшее время в таком направлении настоятельно необходима.

2. Минералогическая характеристика золоторудных месторождений

Установленные к настоящему времени коренные месторождения золота на Урале представлены следующими генетическими типами:

- 1) контактово-метасоматическими месторождениями;
- 2) гидротермальными месторождениями.

Эта последняя, главнейшая группа месторождений золота, представлена образованиями как высоких, средних, так и низких температур, т. е., месторождениями гипсо-мезо- и эпitherмальными. Подавляющее же большинство месторождений является типичными мезотермальными.

Довольно удобным и практически важным является разделение гидротермальных золоторудных месторождений Урала на формации по преобладанию в их составе тех или иных ассоциаций минералов. По этому признаку среди золоторудных месторождений можно выделить следующие формации:

- а) золото-кварцевую;
- б) золото-кварцево-пиритовую;
- в) золото-арсенопиритовую;
- г) золото-шеелитовую;
- д) колчеданную;
- е) золото-антимонитовую;
- ж) диопсид-хлорит-гранатовую.

Контактово-метасоматические месторождения

К месторождениям этого типа относятся Турьинские, Гумешевское, Меднорудяиное, Ежевское и ряд мелких месторождений. Золотое оруденение связано со скарнами и иногда сопровождается скоплениями магнетита. Однако следует заметить, что, хотя золотые руды и залегают в скарнах, образование их связано все же с поздним гидротермальным этапом процесса минералообразования. Обычно золото включено в кварцевых жилах и прожилках, пересекающих скарны или расположенных вблизи них. Иногда в жилах наблюдались значительные скопления золота, так называемые «кусты».

Промышленное значение этого типа месторождений не велико.

Гидротермальные месторождения

Краткую минералогическую характеристику месторождений этого типа приведем в соответствии с намеченным выше распределением месторождений по формациям.

а) *Золото-кварцевая формация.* Эта формация представлена на Урале огромным количеством кварцевых месторождений, характеризующихся незначительным содержанием сульфидов. Сюда относятся все месторождения выделенной нами выше Северо-Уральской чисто золото-кварцевой провинции, а также и ряд месторождений, расположенных в зоне гранитоидов восточного склона Урала. К последней группе месторождений могут быть отнесены: Осиновское, Кунаро-Шайдурихинские, Аятские, Коневские, Первомайское, Верхотурское, Агафуровское, Березогорское, Крылатовское, Верхне-Макаровское, Камышевское, Маминское, Ак-Каргинское и др.

Золоторудные месторождения этой формации представлены кварцевыми жилами и рассланцованными зонами.

По минералогическому составу руды этих месторождений довольно однообразны. Главным жильным минералом в них является кварц, а из рудных наиболее распространен пирит. В весьма незначительных количествах встречаются в отдельных месторождениях галенит, халькопирит, сфалерит, арсенопирит, вольфрамит, молибденит, пирротин, тетрадимит, марказит.

Золото находится как непосредственно включенным в кварц, так и в ассоциации с сульфидами: пиритом, халькопиритом, галенитом, тетрадимитом и др. (фиг. 1). Оно встречается либо в тонкорассеянном виде, либо в виде небольших зерен, чешуек, листочков, жилочек, вытянутой проволоочных форм, скелетообразных сростков, а иногда в виде значительных скоплений (самородков) весом в несколько килограммов.

В кристаллическом виде золото в этом типе месторождений встре-

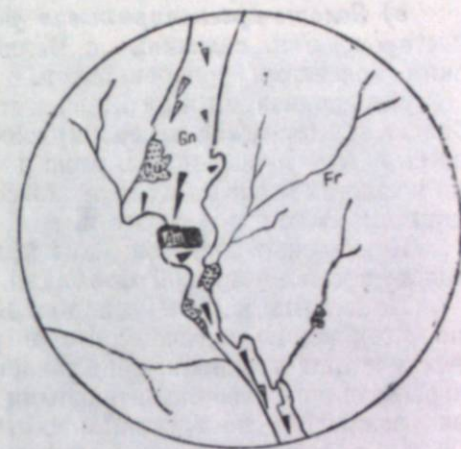
чается в форме: куба, октаэдра, ромбического додекаэдра и гексаоктаэдра и в комбинациях, образуемых этими формами.

б) *Золото-кварцево-пиритовая формация.* К этой формации относятся крупнейшие на Урале золоторудные месторождения: Середовинское, Благодатное, Березовское и ряд более мелких. Среди них выделяется Березовское месторождение.

Эту золоторудную формацию, может быть, правильнее было бы назвать золото-кварцево-сульфидной, так как в рудных жилах, кроме пирита, присутствуют, иногда в значительных количествах: блеклые руды, халькопирит, галенит и реже другие сульфиды. Наиболее распространенным рудным минералом здесь, все же, является пирит.



Фиг. 1. Выделения золота по трещинкам в кварце. Среди золота зерно галенита. $\times 100$.



Фиг. 2. Выделения золота в сульфидах. Березовское месторождение.

Минералогический состав рудоносных жил Березовского месторождения крайне разнообразен. Наряду с этим отдельные скопления минералов по расцветке, разнообразию форм и величине кристаллов являются лучшими музейными экспонатами.

Главным жильным минералом является кварц, затем — карбонаты. Из второстепенных жильных минералов следует назвать турмалин и пиррофиллит, образующий прекрасные радиальнолучистые агрегаты яблочно-зеленого цвета.

Главнейшими рудными первичными минералами Березовского месторождения являются: пирит, блеклая руда, халькопирит и галенит. Местами в довольно значительных количествах встречается айкнит. Остальные рудные минералы имеют только минералогическое значение.

Золото в зоне первичных руд обычно находится в форме очень тонких включений и тесно связано с сульфидами.

Детальные микроскопические исследования П. И. Кутюхина и др. показали, что золото в пирите наблюдается в форме коротких жилочек, в виде неправильных с ровными краями включений, которые часто ассоциируют при этом с включениями в пирите других сульфидов: халькопирита, галенита и блеклой руды (фиг. 2). Размеры наблюдавшихся включений золота в пирите 0,001—0,1 мм, реже 0,2—0,3 мм. Золото в блеклой руде, халькопирите и галените образует обычно мелкие включения округлой или вытянутой формы, иногда в форме извилистых жилочек размерами 0,001—0,1 мм.

В верхних окисленных горизонтах месторождения наблюдается крупное, так называемое «видимое» золото в форме неправильных зерен, дендритов и проволоочек в лимоните. Кусты встречаются редко и вес золота в них не превышает 2—3 кг. Хотя, по свидетельству Колобова (1836), в годы бо-

лее ранней эксплуатации месторождения в окисленной зоне в некоторых жилах «золотые слитки и толстые их прожилки в перепутанном виде проникали кварц».

В Середовинском месторождении в пергичных рудах выделения золота наблюдаются среди зерен мелкозернистого пирита, а иногда и блеклой руды. Форма зерен неправильная, размеры от 0,001 до 0,06 мм, редко до 0,2 мм.

В месторождении Благодатном главными рудными минералами являются пирит и блеклые руды; в меньшем количестве наблюдаются халькопирит и галенит, часто обособляющийся в виде самостоятельных жилок. Еще реже встречается сфалерит, айкинит и теллуриды свинца и серебра. Золото в рудах Благодатного месторождения связано с сульфидами, главным образом, с пиритом и блеклой рудой.

в) *Золото-арсенопиритовая формация.* К этой формации относятся месторождения, связанные с Челябинским, Кочкарским и Джетыгаринским массивами гранодиоритов.

Минерализация жил Шершневого месторождения в районе г. Челябинска представлена арсенопиритом и пиритом. Арсенопирит наблюдается здесь в виде зерен, полос, линз и неправильных тел, иногда достигающих по мощности нескольких десятков сантиметров. Золото связано как с арсенопиритом, так и с пиритом.

Кочкарское месторождение является самым крупным представителем золото-арсенопиритовой формации.

По данным И. И. Чупилина, Кочкарские рудные жилы неравноценны по содержанию арсенопирита и разбиваются им на несколько групп. Арсенопирит в жилах представлен то мелкими гнездышками зернистых агрегатов, то более значительными по размерам скоплениями в кварце, то он развивается по трещинам плитчатой отдельности в последнем.

По зальбандам и вокруг ксенолитов арсенопирит образует гребенчатые нарастания. В боковых породах нередко развиваются кристаллы арсенопирита высокой степени идиоморфизма.

Следующим за арсенопиритом по распространенности рудным минералом в месторождении является пирит, который в некоторых жилах преобладает над арсенопиритом. По времени выделения первый из этих минералов считается образовавшимся частью до, частью одновременно с последним. Более поздними по времени выделения и имеющими резко подчиненное значение, по отношению к пириту и арсенопириту, являются халькопирит, сфалерит, галенит и другие сульфиды.

Повышенная золотоносность связана как с арсенопиритом, так и пиритом. Золото находится в арсенопирите в виде микроскопических включений, в форме неправильных зернышек, изогнутых пластинок, пленок, концевидных нитей и т. п. Размеры этих образований колеблются в пределах 0,003—0,4 мм, причем в подавляющем большинстве случаев наблюдаются золотишки размерами в сотые доли миллиметра.

Джетыгаринское месторождение, расположенное в другой более восточной полосе гранитоидов, чем охарактеризованные выше месторождения, представлено кварцевыми жилами с различными количествами сульфидов. Руды здесь дают все переходы от почти сплошного кварца, через разности, бедные сульфидами, до сплошных сульфидных скоплений, почти без кварца.

Рудные минералы довольно разнообразны. Наиболее распространенным является пирит, в главной своей массе выделившийся раньше остальных сульфидов, будучи наиболее близок по времени отложения к арсенопириту (фиг. 3). Арсенопирит по распространенности следует за пиритом, в некоторых жилах даже преобладая над ним. Он чаще всего наблюдается в виде вкрапленников в массивных сульфидных рудах, или участками в виде мелких гнездообразных тел или, наконец, в виде гребенчатых агрегатов. Значительно реже встречается галенит, сфалерит и халькопирит и очень редко некоторые другие сульфиды.

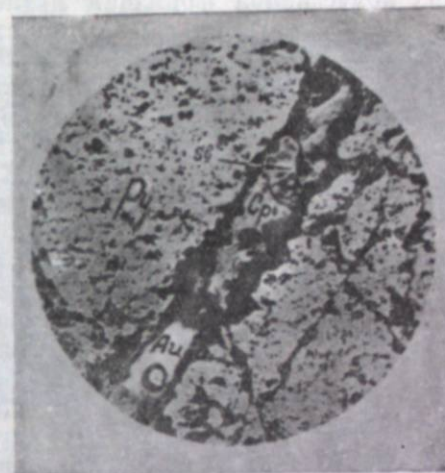
Золото приурочено к сульфидам, преимущественно к арсенопириту. Следует отметить, что в пробах, состоящих из чистого арсенопирита, содержащих по данным химического анализа весьма значительное количество золота, под микроскопом видимое золото обнаруживалось в крайне редких случаях. Повидимому, значительная часть золота в арсенопирите (а возможно, и в других сульфидах) присутствует в тонкодисперсном состоянии.

г) *Золото-шеелитовая формация.* Как уже отмечалось выше, вольфрам в месторождениях этой формации присутствует (в виде шеелита) в жилах вместе с золотом.

Одним из наиболее крупных золоторудных месторождений этой формации является Айдырлинское. Рудные тела этого месторождения представляют собою кварцевые жилы, в состав которых входит шеелит и сульфиды. Шеелит установлен в ряде жил (Уклонной, Сафоновской, Павловской) в виде



Фиг. 3. Выделения золота. Джетыгаринское месторождение.



Фиг. 4. Выделения золота среди сфалерита и халькопирита в трещинке пирита. Айдырлинское месторождение. $\times 100$.

отдельных вкраплений, гнезд неправильной формы и линзообразных прожилков. Размеры отдельных вкраплений и гнезд варьируют в весьма широких пределах от нескольких миллиметров до 25—35 см в поперечнике (чаще 5—10 см).

Количество сульфидов в Айдырлинском месторождении не превышает 2%. Из рудных минералов наибольшее распространение имеют: пирит, галенит и сфалерит; реже встречаются: арсенопирит, халькопирит и блеклые руды. Рудные минералы наблюдаются чаще всего в виде цепочек, линзочек и тончайших жилок, то сплошных, то прерывистых, приуроченных к трещинам плитчатой отдельности, или, значительно реже, в виде отдельных кристаллов и небольших скоплений неправильной формы в зонах массивного кварца.

Характерным для месторождения является довольно значительное, местами, проявление метакристаллов арсенопирита в боковых породах.

Отложение сульфидных минералов происходит в определенной последовательности: пирит, сфалерит, халькопирит, галенит.

Золото наблюдается в ассоциации со всеми сульфидными минералами. Выделение золота в более низкотемпературные этапы минерализации характеризуется появлением крупнодисперсного и «видимого» золота, в виде золотинок различных размеров и даже самородков. Нередко наблюдаются случаи выделения золота и более низкотемпературных сульфидов по трещинам в кварце и пирите (фиг. 4).

д) *Колчеданная формация.* Эта формация охватывает обширную группу месторождений, залегающих в пределах зеленокаменной полосы Урала силуро-девонского возраста.

По текстурным признакам колчеданные руды Урала могут быть разделены на два основных типа: массивные колчеданные руды и вкрапленные. Пространственно оба эти типа связаны друг с другом. Вкрапленные руды почти всегда окаймляют массивные, максимально развиваясь в местах выклинивания рудных тел. Форма залежей массивных руд весьма различна, мощность их колеблется от прожилков в несколько сантиметров до толщ в несколько десятков и даже свыше сотни метров.

Уральские колчеданные месторождения по составу можно расчленить на четыре группы: серноколчеданные, медно-серноколчеданные, медно-цинковые и медно-мышьяково-цинковые.

Резко преобладающим из первичных рудных минералов в месторождениях колчеданной формации является пирит. Халькопирит по распространенности занимает второе место после пирита, выделяясь в прожилках или в сростании с другими минералами. В значительных количествах в ряде месторождений наблюдается сфалерит. К числу второстепенных рудных минералов относятся теннантит, иногда галенит (обычно в парагенезисе со сфалеритом), в некоторых случаях борнит (в ряде месторождений развиваясь на глубоких горизонтах), арсенопирит, изредка энзаргит, вюрцит и др.

Из нерудных минералов, встречающихся в подчиненных количествах, следует отметить кварц, барит (иногда в значительных количествах), хлорит, серицит и др.

Золото в серноколчеданных рудах содержится в незначительных количествах, но в рудах медно-цинковых и медно-мышьяково-цинковых содержание его повышается. Микроскопическими исследованиями теперь уже подтверждено, что в колчеданных месторождениях



Фиг. 5. Выделения золота в колчеданных месторождениях. Золото среди сфалерита и галенита. Месторождение им. III Интернационала. По А. П. Переляеву. $\times 500$.

золото парагенетически в основном связано с сульфидами. Оно наблюдалось в большинстве сульфидов: халькопирите, сфалерите, галените, блеклых рудах и др. (фиг. 5).

Исследованиями А. П. Переляева установлено, что форма выделений золота зависит от твердости вмещающих минералов: в более твердых (кварц, арсенопирит) золотишки имеют остроугольные, часто жилковидные, формы; в менее твердых они имеют плавные контуры, приобретая изометрическую форму. Наблюдается также, что в нерудных минералах размеры золотинок больше, чем в сульфидах.

е) *Золото-антимонитовая формация.* Эта формация представлена на Урале двумя месторождениями: Аятским и Аромашевским. Общими для них характерными чертами являются сравнительно небольшой размер оруденения и преобладание по ценности золота над антимонитом и киноварью.

Кроме этих минералов, в небольших количествах встречается пирит, висмутин, арсенопирит и реальгар.

Антимонит наблюдается в виде самостоятельных скоплений (гнезд), с подчиненным количеством пирита и киновари, или в виде полос, перемежающихся с кварцем. Антимонитовая руда имеет обычное параллельно-столбчатое, реже зернистое сложение. Изредка встречаются отдельные крупные кристаллы.

По данным А. Г. Бетехтина, в этих месторождениях наблюдается чрезвычайно интересное явление, — местами среди сплошных масс антимонита встречаются сильно выраженные признаки динамометаморфизма. Они проявляются в смятии вытянутых зерен антимонита, обнаруживающих неравномерное погасание при скрещенных николях, в двойниковании и перекристаллизации крупных зерен антимонита (фиг. 6).

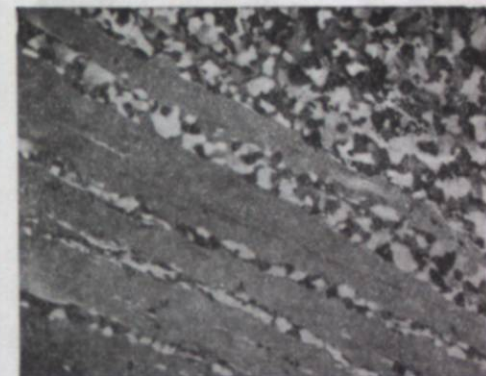
Золото встречается как в кварце, так и в сульфидах. К скоплениям антимонита приурочивается наибольшее обогащение золотом.

ж) *Диоксид-хлорит-гранатовая формация.* К этой формации относится единственное на Урале месторождение «Золотая гора», или Карабашское.

Месторождение подчинено мощной расланцованной зоне Карабашского змеевикового массива и представлено жилами диоксид-хлорит-гранатового состава. Жилы, в свою очередь, разбиты системой трещин, преимущественно широтного направления и южного падения, которые выполнены крупными кристаллами диоксида с примесью граната, хлорита, магнетита, карбоната, сфена и апатита. Кроме того, здесь же встречаются халькозин, самородная медь и золото, а из экзогенных минералов медная синь и зелень.

Главным носителем золота является диоксид поперечных прожилков, где золото наблюдается в виде примазок и пластинок, главым образом, по спайности его кристаллов. Кроме диоксида, выделения золота часто приурочены к хлориту и плоскостям отдельности в змеевиках. Значительно реже золото наблюдается в кальците, гранате, магнетите и халькозине.

Золото этого месторождения содержит большой процент меди и по составу не имеет аналогов, что и является характерной особенностью данного месторождения.



Фиг. 6. Образование тонкозернистого агрегата антимонита вдоль направлений спайности в крупном зерне антимонита. По А. Г. Бетехтину. $\times 100$.

3. О формировании рудных кварцевых жил

Вопрос о формировании рудных кварцевых жил к настоящему времени изучен далеко не до конца и выяснение процесса формирования жил является одной из первоочередных исследовательских задач ближайшего будущего.

Повидимому, можно утверждать, на основании изучения текстур и структур руд, что минеральные агрегаты, слагающие рудные жилы, не являются образованиями одновременными. Можно вполне отчетливо выделить две стадии отложения минерального вещества.

В начале процесса происходит отложение массы кремнезема с явлениями изменения и метасоматоза боковых пород. Одновременно с этим происходит и выделение небольшого количества наиболее высокотемпературных сульфидов — пирита и арсенопирита, — с некоторым незначительным количеством золота. Эти сульфиды частью развиваются в боковой породе метасоматическим путем в виде метакристаллов.

В следующую стадию минерализации происходит отложение основной массы сульфидов и золота. Эта сульфидная стадия проявляется только в тех кварцевых жилах и в тех участках жил, которые под влиянием динамических воздействий испытали дробление и в которых, следовательно,

7 14365
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА

но, были подготовлены пути для циркуляции последующих порций растворов. Сульфиды вместе с золотом выполняют обычно тонкие трещины в кварце, нередко параллельные друг другу. Эти участки кварцевых жил и представляют собою богатые промышленные руды (фиг. 7). Напротив, участки, в которых пути циркуляции для последующих растворов не были подготовлены, оказались безрудными.

Здесь дана общая, наиболее часто встречающаяся в месторождениях схема формирования рудных кварцевых жил. Нередко, однако, эта схема усложняется в связи с проявлением нескольких генераций тех или иных минералов (понимая под генерацией выделения одного и того же минерала из одного и того же раствора, но различные по времени).



Фиг. 7. Прожилки и цепочки золотосодержащих сульфидов по трещинам в кварце.

На основе значительных минералогических исследований рудных минералов из коренных месторождений золота, проведенных главным образом в последнее десятилетие П. И. Кутюхиным, А. П. Перелыгиным, А. А. Ивановым и др., можно установить, что отложение рудных минералов кварцевых жил происходило в определенной последовательности. Эта последовательность хорошо выдерживается для многих исследованных месторождений, является как бы общим правилом, за исключением случаев проявлений нескольких генераций.

Наиболее ранним по времени отложения является пирит. Эвгедральные зерна его нередко с хорошо выраженными кристаллографическими плоскостями, сплошь и рядом катаклазированные, наблюдаются или непосредственно в кварце, или среди других сульфидов. Пирит наблюдается и в виде зернистых агрегатов с различной крупностью зерен.

Близким по времени выделения к пириту является арсенопирит. Сфалерит, халькопирит и галенит часто выполняют трещины в пирите, иногда разъедая его. Эвгедральные зерна (фиг. 8) или обломки пирита наблюдаются в виде включений среди минералов этой группы. Наиболее ранним среди них по времени выделения является сфалерит, который нередко обнаруживает идиоморфизм по отношению к халькопириту и галениту, которые часто выполняют промежутки между зернами сфалерита (фиг. 9).

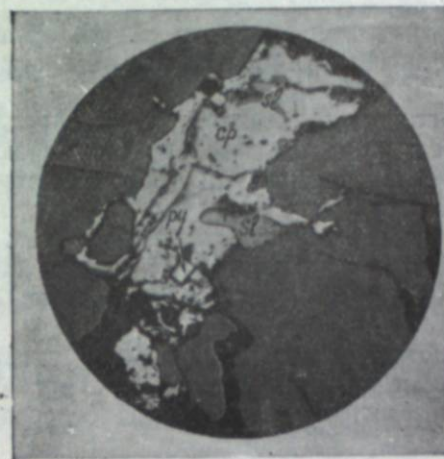
Халькопирит и галенит часто образуют тесные срастания между собой. Наряду с ними, наблюдаются жилки галенита, секущие халькопирит и включения последнего в первом. Таким образом, галенит является самым последним по времени выделения среди сульфидных минералов.

Золото встречается в ассоциации со всеми сульфидными минералами.

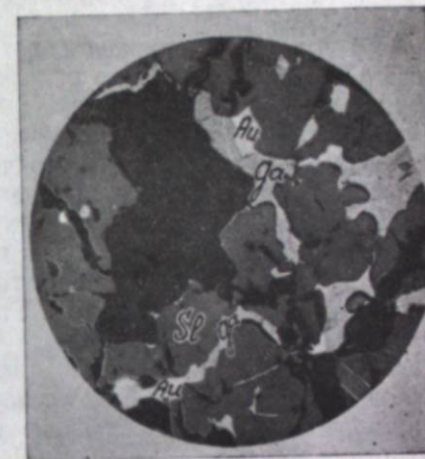
В пирите золото при минералогическом изучении уральских золотых руд установлено только по трещинам, выполненным золотом в ассоциации с более низкотемпературными сульфидами, но непосредственно в самих зернах пирита (и арсенопирита) золото до настоящего времени не наблюдалось.

Вопрос о выделении золота в наиболее ранние моменты минерализации, наряду с отложением высокотемпературных сульфидов (пирита и арсенопирита), а также и о форме нахождения этого золота представляет особый интерес.

В конце прошлого столетия Аттвуд и Джанин установили наличие тончайших пленок на гранях пирита. На основании этих и последующих исследований многие ученые считали, что золото не должно быть внутри кристаллов и зерен пирита и что оно отлагается из растворов на гранях и в трещинах пирита. Такое представление господствовало довольно долгое время. Дальнейшими исследованиями, выполненными немногим более десятилетия тому назад, было доказано присутствие в пирите вкрапленного золота размерами в 10 микрон и наличие тонкодисперсного золота, близкого к коллоидным частицам. Почти в то же время Бюрг, применив весьма оригинальный метод «проявления» первоначально невидимого под микроскопом золота путем нагревания поверхности шлифа паяльной трубкой или в электропечи, пришел к выводу, что золото находится в пирите в тонкодисперсном состоянии. Однако Бюрг наблюдал уже более крупные, искус-



Фиг. 8. Эвгедральные зерна пирита среди других сульфидов по трещинам в кварце. Жила Уклонная. $\times 30$.



Фиг. 9. Выделения галенита и золота среди зерен сфалерита. Айдырлинское месторождение. $\times 85$.

ственно полученные частицы золота, размеры же природных частиц им не наблюдались.

Совершенно явные доказательства наличия в пирите тонкодисперсного золота получены целым рядом исследований позднее. Благодаря усовершенствованию методики получения безрельфных шлифов удалось наблюдать частицы золота размерами в 0,1 микрона. Леглан и Прейс, выясняя причину потерь золота с хвостами фабрики Норанда, установили, что основное количество золота связано с пиритом и находится в нем в виде мельчайших включений размерами в 1—3 микрона и тонких прожилков. В лаборатории Американской Цианамидной компании при исследовании хвостов цианирования были установлены в пирите включения золота размерами в 1—3 микрона.

Мостович, Анисимов и Духнин указывают, что в исследованных ими медно-золотых рудах Ольховского месторождения значительная часть зерен пирита содержит мельчайшие включения золота неправильной формы, по цвету лишь немногим отличающиеся от пирита. При этом авторы отмечают, что за золото легко могут быть приняты и световые рефлексы в местах выбоин и царапин на шлифах.

Значительно более определенные данные о тонкодиспергированном золоте в пирите были получены работами Института Механобр при исследовании Масленицким в 1939 г. флотационных хвостов Красноуральской обогатительной фабрики. При этом впервые в СССР изучались безрельфные шлифы.

При просмотре большого количества шлифов были установлены в зернах пирита мелкие включения золота размером в 1—2 микрона.

Таким образом, на основе этих довольно немногочисленных исследований можно считать, что золото в пирите и арсенопирите может находиться как в виде прожилков, выполняющих трещины, так и в тонкодисперсном состоянии.

Ближайшей задачей исследований в области минералогии уральских золоторудных месторождений является доказательство отмеченного положения путем изучения безрельефных шлифов руд с высокотемпературными сульфидными минералами.

Выделения золота в наиболее низкотемпературные этапы минерализации характеризуются появлением уже крупнодисперсного видимого золота, в виде золотинок различных размеров. Причем, в эти последние этапы минерализации выделяется, повидимому, наибольшее количество золота. Совершенно определены и весьма интересны взаимоотношения золота с отдельными сульфидными минералами более низких температур (см. фиг. 1, 2, 3, 4, 5, 9).

Внутри зерен сфалерита золото встречается довольно редко. Чаще же всего оно наблюдается по периферии зерен сфалерита, как бы окружая их.

Значительно большее количество золота встречается в ассоциации с халькопиритом и галенитом, причем эти минералы довольно часто совместно выполняют трещины в кварце или в пирите или располагаются между зёрнами пирита. Наблюдаются включения изометричных или вытянутых в одном направлении зерен золота и непосредственно в халькопирите и галените. Данные исследований позволяют утверждать, что золото ассоциирует больше всего с галенитом. Галенит и золото часто образуют между собою тесные сростания.

Рассматривая взаимоотношения золота с сульфидами, можно прийти к выводу, что выделение золота, начавшись с самой высокотемпературной, закончилось в самую последнюю низкотемпературную стадию гидротермального процесса.

Во всяком случае две генерации золота могут быть безусловно выделены, а именно: 1) тонкодисперсное золото, захваченное сульфидами и обособившееся внутри их зерен в связи с несоответствием кристаллических решеток и 2) крупнодисперсное золото в виде золотинок различной величины, выделившееся самостоятельно в более поздние моменты минерализации.

4. О метаморфизме золоторудных месторождений

Небезынтересно здесь обратить внимание на одну особенность золоторудных месторождений — проявление метаморфизма. Несмотря на то, что большинство золоторудных месторождений связано с периодом варисийского орогенеза, который является последним, главнейшим этапом в формировании Уральского кряжа, несмотря на это мы наблюдаем совершенно явные признаки динамометаморфизма рудных жил. Вполне определенно мы можем говорить о метаморфизме кварца. Кварц золоторудных жил в большинстве случаев под влиянием динамометаморфизма приобретает молочно-белый цвет, в связи с появлением большого количества тончайших трещин. Молочно-белая окраска, может быть, помимо этого, еще вызвана, по мнению А. Г. Бетехтина, присутствием в кварце дисперсной фазы, захваченной при его раскристаллизации. Метаморфизм кварца проявляется не только в его трещиноватости и окрасках, а также и в изменении микроструктуры, в перекристаллизации. Вопрос изучения кварца оставался, к сожалению, при исследованиях золоторудных месторождений почти всегда в стороне и нужно пожелать, чтобы будущие исследователи обратили на него особое внимание.

О метаморфизме рудной части золотоносных жил мы можем сказать, что, кроме явлений катаклаза пирита и арсенопирита и упомянутого выше случая метаморфизма антимонита в жилах золото-антимонитовой формации, можно отметить еще наличие в ряде случаев мелкозернистых агрегатов суль-

фидов, являющихся, повидимому, результатом перекристаллизации первичных сульфидов.

Помимо этого, детальными исследованиями А. П. Перелеева за последнее время установлено, что самородное золото из различных типов гидротермальных месторождений обнаруживает признаки динамических воздействий, которые выражаются в двойниковании и штрихах скольжения.

5. Структуры рудных жильных полей и закономерности локализации оруденения

а) Региональные структуры

Как уже отмечалось выше, подавляющее большинство золоторудных месторождений связано с зоной интрузий гранитоидов восточного склона Урала. В структурном отношении эта зона Урала отвечает огромному антиклинорию, к областям поднятий которого и приурочены мощные интрузии гранитной магмы и ее производные — золоторудные месторождения.

В пределах этих структур золоторудные месторождения приурочиваются или к элементам внутренней тектоники самих массивов гранитоидов (к системе разломов и трещин, возникающих при дислокациях жестких изверженных массивов), или к зонам дизъюнктивных дислокаций и сильного расланцевания и смятия пород, связанных со складчатыми структурами эффузивных или осадочных толщ, вмещающих интрузии.

Эти зоны проявляются или по осевым плоскостям складок, или в их крыльях. Наряду с этим, значительное количество нарушенных зон проявляется в контактах двух механически разнородных сред, например, интрузивного тела с вмещающей вулканогенной или осадочной толщей.

Типичные примеры структур, контролирующих оруденение в полосе гранитоидов, будут описаны ниже.

Вне полосы развития гранитоидов восточного склона мы можем также отметить целый ряд нарушенных зон меридионального или близкого к нему простирания.

Крутопадающая зона расланцевания с разрывами, по Е. А. Кузнецову, проходит вдоль восточного контакта габбро-диоритового массива Кушвинского района. Гидротермальный метаморфизм проявился здесь в окремнении, серицитизации и сульфидном оруденении.

С зоной расланцевания среди серпентинитового массива у д. Шиловки Нижне-Тагильского района связаны многочисленные россыпи и пиритизированные золотоносные участки.

В нескольких километрах к востоку от г. Красноуральска зона разлома проходит через Богомоловское золоторудное месторождение в контакте между альбитофирами и порфиритами. Детально она изучена на протяжении нескольких километров. К северу и югу на продолжении этой зоны известны богатые россыпи золота, в значительной мере уже выработанные.

Северо-восточнее в бассейне р. Туры известны три меридиональных тектонических зоны, с которыми связаны источники обогащения аллювиальных отложений золотом: в области эффузивно-осадочных пород среднего палеозоя близ устья рр. Путиловки и Актай, на контакте эффузивов и известняков с серпентинитами и гранитами и на контакте гранитов и серпентинитов (р. Мельничная).

В бассейне р. Миасса между р. Киолим на севере и оз. Тургойк на юге, в районе развития месторождений Северо-Миасской группы известны зоны разломов меридионального простирания.

Одна из таких зон прослеживается через весь район, проходя между ультраосновными интрузиями и зеленокаменной толщей. К ней приурочены габбро-диоритовые интрузии, а также все промышленные золоторудные месторождения района, составляющие так называемую «основную полосу золотооруденения».

К востоку от Ильменского хребта проходит по меридиану Непряхинского золоторудного месторождения мощная зона смятия и разломов. По

ней на протяжении около 50 км располагается целая группа месторождений. Сжатые с востока и запада массивами серпентинитов зеленые сланцы подверглись здесь наибольшему смятию, вызвавшему интенсивную складчатость и многочисленные нарушения.

Наконец, укажем еще на мощную зону дислокации, получившую в литературе, по работам Е. А. Кузнецова и Е. Е. Захарова, название «Главного северо-западного сдвига». Эта зона проходит по западному контакту свиты М с нижним палеозоем и, согласно упомянутым авторам, представляет собою сложную изоклиналную складчатость, сопровождаемую многочисленными разрывами. Ширина зоны очень велика; в районе ст. Европейской она составляет, например, около 6 км. На севере зона начинается в бассейне р. Койвы. Далее к югу она фиксируется направлением долины рек Серебряной и Межевой Утки, а окончание ее устанавливается в Каслинском районе.

В настоящее время морфологическая характеристика зоны далеко еще не ясна. Позднейшие исследователи отвергают наличие в направлении ее грандиозного сдвига, предполагаемого Е. А. Кузнецовым, и считают, что она не сопровождается разрывами, а представляет собою мощную зону расланцованных пород.

Расположение коренных месторождений золота, известных среди свиты М, хорошо увязывается с линейным направлением устанавливаемой дислокации. Так, на юге, в районе г. Первоуральска известно Березогорское золоторудное месторождение. Далее к северу, в верховьях р. Межевой Утки, имеются признаки наличия кварцевых золотоносных жил и, возможно, пиритизированных зон. Севернее, в вершине р. Серебряной, известно Хеонинское золоторудное месторождение. Оруденение здесь проявляется в отдельных пунктах на значительном протяжении полосы сланцев. Еще севернее, в районе ст. Европейской, известно Промысловское золоторудное месторождение (Кварцевая гора).

Заканчивая на этом весьма краткую характеристику региональных тектонических структур, к которым приурочены золоторудные месторождения Урала, переходим к рассмотрению морфологических особенностей золотоносных жил и типов структур рудных полей.

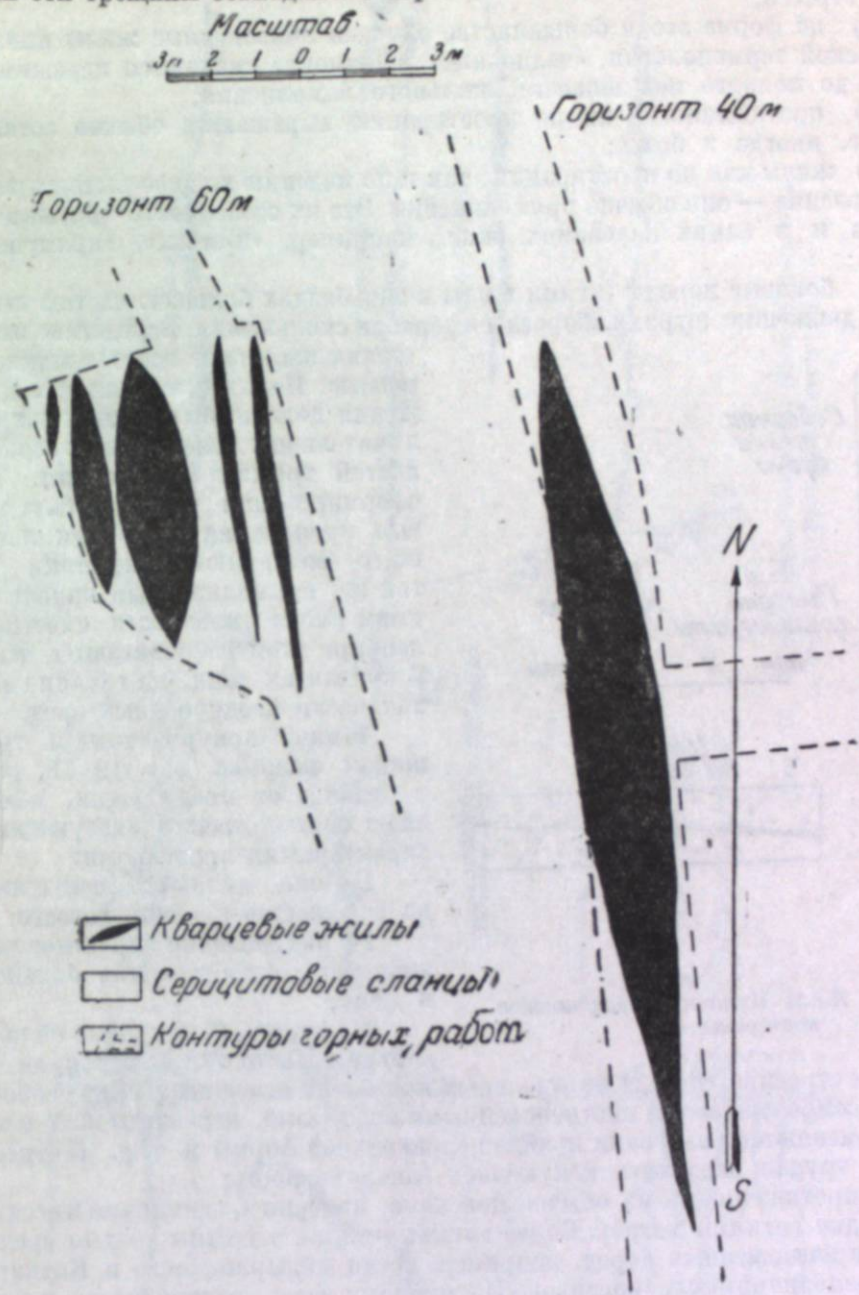
б) Морфологическая характеристика золотоносных жил

В конце прошлого столетия в геологию было перенесено из механики понятие об эллипсоиде деформации как наглядном способе изображения соотношений между силой и деформацией, ею вызываемой. В последнее время этот способ структурной геологии находит уже широкое применение так же, как, скажем, в петрографии при оптических исследованиях порообразующих минералов представление об индикатриссе.

Если какое-нибудь тело подвергается действию растягивающих или сжимающих сил, то выше предела упругости тела в нем появляются трещины, отвечающие так называемым плоскостям Моора, которые располагаются под углом 45° к направлению сил. На трехосном эллипсоиде деформации эти плоскости соответствуют обоим круговым сечениям эллипсоида и проходят через его среднюю ось. Трещины этого типа и называют трещинами скалывания. С ними, в направлении этих же круговых сечений, как считают некоторые авторы, развивается и сланцеватость.

Обычно же не связывают плоскости скольжения и генетически сопряженные с ними трещины скалывания обязательно с круговыми сечениями эллипсоида, так как в природе мы имеем в большинстве случаев среду механически анизотропную, и плоскости скольжения могут проходить по любым направлениям, в зависимости от величины сил молекулярного сцепления. При простом сжимающем усилии и отсутствии вращения плоскости скольжения образуют с линией сжимающих сил угол в $45-90^\circ$, проходя иногда по длинной оси эллипсоида деформации в направлении, перпендикулярном направлению усилия.

Другая система трещин, называемых трещинами разрыва, образуется в направлении, параллельном действующим силам. На эллипсоиде деформации эти трещины совпадают с короткой осью эллипсоида.



Фиг. 10. Кварцевые линзы на горизонтах 40 и 60 м. Березогорское месторождение, шахта «Артем».

Эти две системы трещин в природе являются главнейшими. Существенное различие между этими системами трещин по их происхождению оказывает и весьма существенное влияние на морфологическую характеристику приуроченных к ним жил.

Вкратце можно назвать ряд характернейших черт, в совокупности позволяющих легко отличать один тип жил от другого.

Так, жилы, приуроченные к трещинам скалывания (фиг. 10—11), определяются следующей группой признаков:

1) жилы залегают всегда согласно со сланцеватостью;
 2) направление простирания жил СВ или СЗ, иногда же близко к меридиональному; они являются диагональными по отношению к направлению стресса;

3) по форме это в большинстве случаев линзовидные жилы или, по уральской терминологии, «челночки». «Челночки» сменяются пережимами часто до полного исчезновения жильного выполнения;

4) протяженность их по простиранию выражается обычно сотнями метров, иногда и более;

5) жилы как по простиранию, так и по падению хорошо выдерживают направление — они обычно прямолинейны. Эта их особенность сказывается иногда и в самих названиях жил, например, «прямые», «прямушки» и т. п.;

6) боковые породы и сами жилы в зальбандах большей частью несут следы движения: штрихи, борозды и зеркала скольжения. Вследствие этого

стенки жил чаще всего гладкие и ровные. Понятно, что наличие движения должно быть одной из отличительных генетических особенностей трещин скалывания. По сформировании рудного тела новые проявления давления легче всего возникают опять-таки по тем же прямолинейным направлениям скола, плоскости сместителей при этом располагаются чаще в контактах жил, на границе механически неоднородных сред.

Жилы, приуроченные к трещинам разрыва (фиг. 12, 13, 14), в отличие от предыдущих, обладают соответственно следующими характерными признаками:

1) они являются секущими по отношению к сланцеватости;
 2) направление простирания жил всегда широтное или близкое к нему;

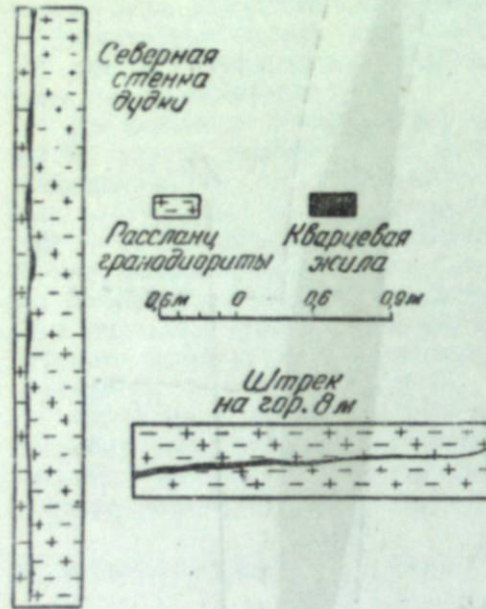
3) форма жил крайне неправильна. Часто они имеют кулисообразное строение, состоят из отдельных как бы не связанных между собой частей, сопровождаются многочисленными анофизами, пережимами жил внезапно сменяются раздувами крайне неправильной формы и т. д. В строении их трудно подметить какую-либо закономерность;

4) протяженность их обычно невелика, измеряясь единицами и десятками, редко сотнями метров. Более длинные жилы известны только среди массивов изверженных пород, например, среди Айдырлинского и Кочкарского гранодиоритовых массивов. Повидимому здесь однородность среды благоприятствует образованию длинных трещин;

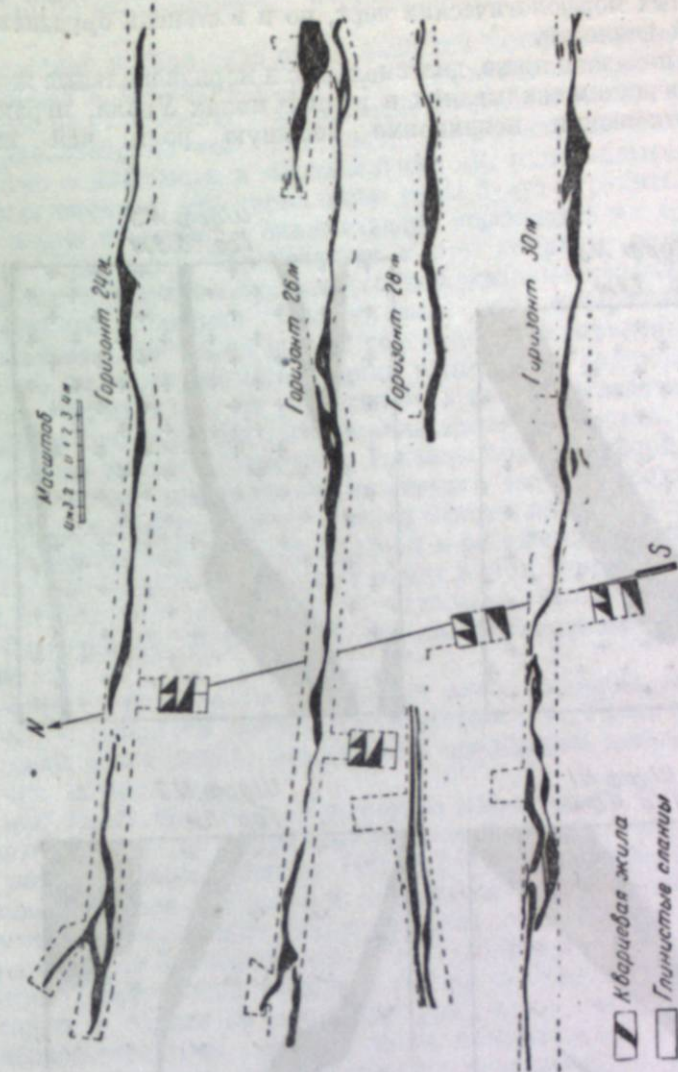
5) направление жил по падению и простиранию часто не выдержано: они образуют изгибы, причудливые разветвления, меняют углы падения и т. п.;

6) стенки трещин не несут, как правило, следов движения. В связи с этим, обычно, они не имеют таких гладких и ровных стенок, как трещины скалывания. По трещинам разрывов не происходит перемещений, по крайней мере в ту же фазу деформации. Однако в последующем движении по этим трещинам возможны и иногда наблюдаются. Возможно, что здесь мы имеем иногда дело с блоковым смещением в направлении, близком к вертикальному.

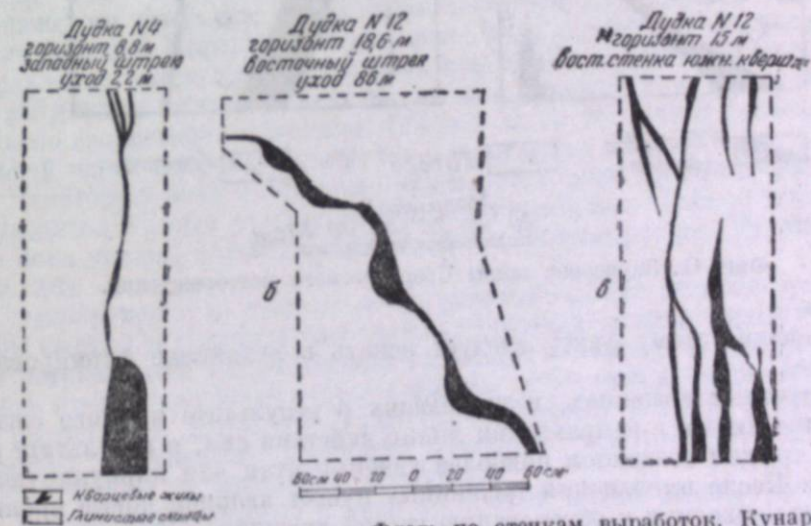
стенки трещин не несут, как правило, следов движения. В связи с этим, обычно, они не имеют таких гладких и ровных стенок, как трещины скалывания. По трещинам разрывов не происходит перемещений, по крайней мере в ту же фазу деформации. Однако в последующем движении по этим трещинам возможны и иногда наблюдаются. Возможно, что здесь мы имеем иногда дело с блоковым смещением в направлении, близком к вертикальному.



Фиг. 11. Жила Прямая. Айдырлинское месторождение.



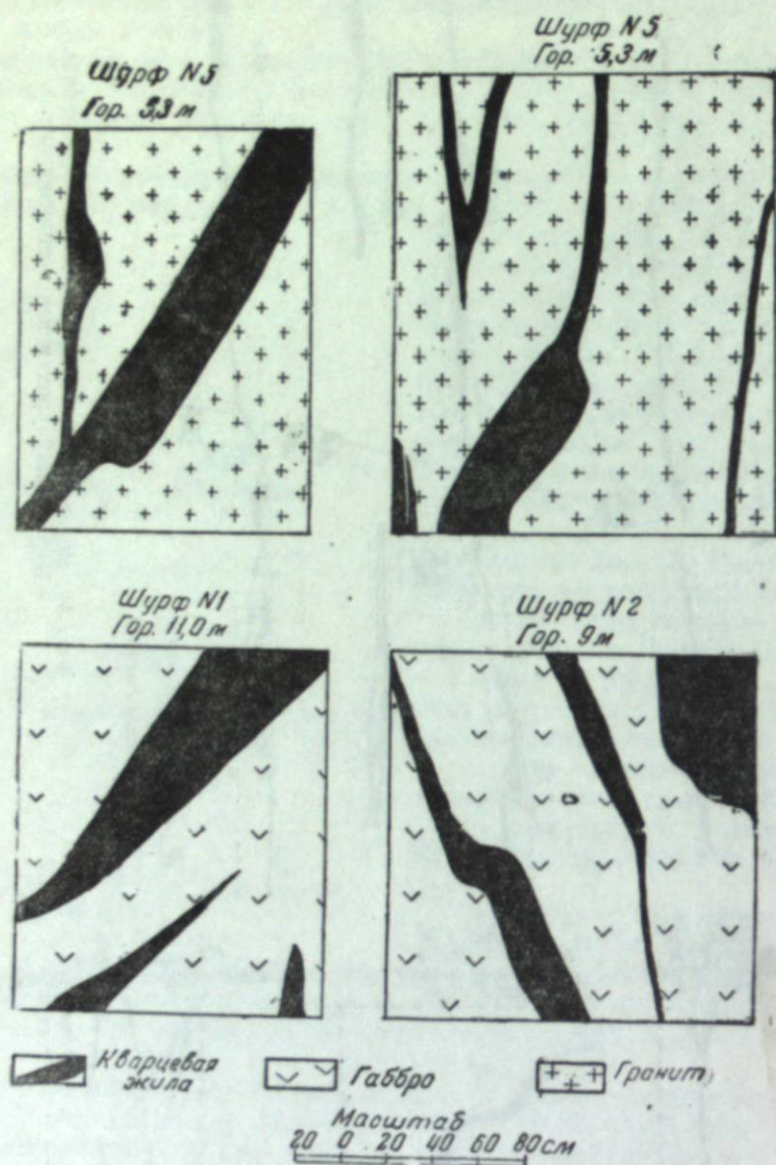
Фиг. 12. Погоризонтные планы по жиле «Середовина». Кунаро-Шайдурихинское месторождение.



Фиг. 13. Зарисовка жилы «Флаг» по стенкам выработок. Кунаро-Шайдурихинское месторождение.

Различие этих двух основных типов жил состоит не только в несходстве их основных морфологических черт, но и в степени оруденения, в их промышленной ценности.

Как будет показано ниже, диагональные и меридиональные жилы, приуроченные к трещинам скалывания в рудных полях Урала, играют в промышленном отношении неизмеримо меньшую роль, чем широтные жилы.



Фиг. 14. Зарисовка жилы Свердловского месторождения.

Объяснение этому факту следует искать в механизме формирования рудных тел.

В широтных трещинах, возникающих в результате прямого сжатия и ориентированных в направлении линии действия сил, в результате разгерметизации трещин создаются наиболее удобные пути для циркулирующих растворов. После выполнения трещинных пустот кварцем новые проявления стресса приводили к образованию густой трещиноватости в кварце и в контактовых зонах жил, создавая точно так же благоприятные условия для циркуляции последующих рудоносных растворов. Вполне очевидно, что го-

ризональным перемещениям нередко могли сопутствовать и вертикальные.

Совершенно в ином виде представляется механизм формирования жил, приуроченных к трещинам скалывания. Если какая-то плоскость располагается косо по отношению к линии действующих внешних сил, то по правилу параллелограмма эти силы можно разложить на две составляющие: нормальные к плоскости и параллельные ей, или скалывающие.

Отсюда понятно, что нормальные силы будут стремиться плотно прижимать стенки трещины, а скалывающие перемещать их друг относительно друга. При таком перемещении и при наличии волнистой поверхности стенок образуются пустоты (сопровождаемые пережимами), которые и выполняются кварцем. Последующие же интерминерализационные передвижки создают в этих жилах уже менее благоприятные, чем в широтных жилах, условия для циркуляции рудоносных растворов, так как образование открытых пустот и трещинок в кварце вследствие преимущественно сдвигового характера деформации здесь затруднено. В связи с этим в жилах этого типа и наблюдается главным образом кварц массивный, менее трещиноватый, чем в широтных жилах. Часто приходится наблюдать, что оруденение приурочивается здесь к менее мощным участкам жил, а также к периферическим зонам раздувов и к рассланцованным боковым породам. Наличие оруденелых боковых пород в этом типе жил вполне понятно, так как степень рассланцевания их в связи со скалывающими движениями может быть весьма значительной, что облегчает проникновение в них растворов.

Помимо охарактеризованных выше двух основных типов жил, приуроченных к трещинам скалывания и разрыва, на Урале наблюдаются местами жилы иных типов, играющие в оруденении несравненно меньшую роль, чем первые два.

В некоторых массивах гранитоидов наблюдаются рудные жилы, приуроченные к краевым трещинам, расположенным в зоне контакта интрузива с окружающими толщами. Эти жилы следуют направлению контакта интрузива. В морфологическом отношении они, по видимому, занимают промежуточное положение между жилами двух первых основных типов. В зависимости от ориентировки контакта интрузива по отношению к направлению действующих внешних усилий в жилах этого типа преобладают черты то одного из описанных двух типов, то другого.

Наблюдаются также рудные жилы, приуроченные к трещинам надвига (фиг. 15). Этот тип жил отличается пологим залеганием, волнистыми сглаженными стенками, часто непостоянством направления простирания и угла падения. Характерным для этого типа является согласное с жилами направление сланцеватости боковых пород, линзовидная форма жил, наличие вытянутых плитообразных включений боковых пород, как бы чешуй, согласно залегающих с жилами. Обычно жилы этого типа залегают в апикальной части интрузивов, как бы оконтуривая их.

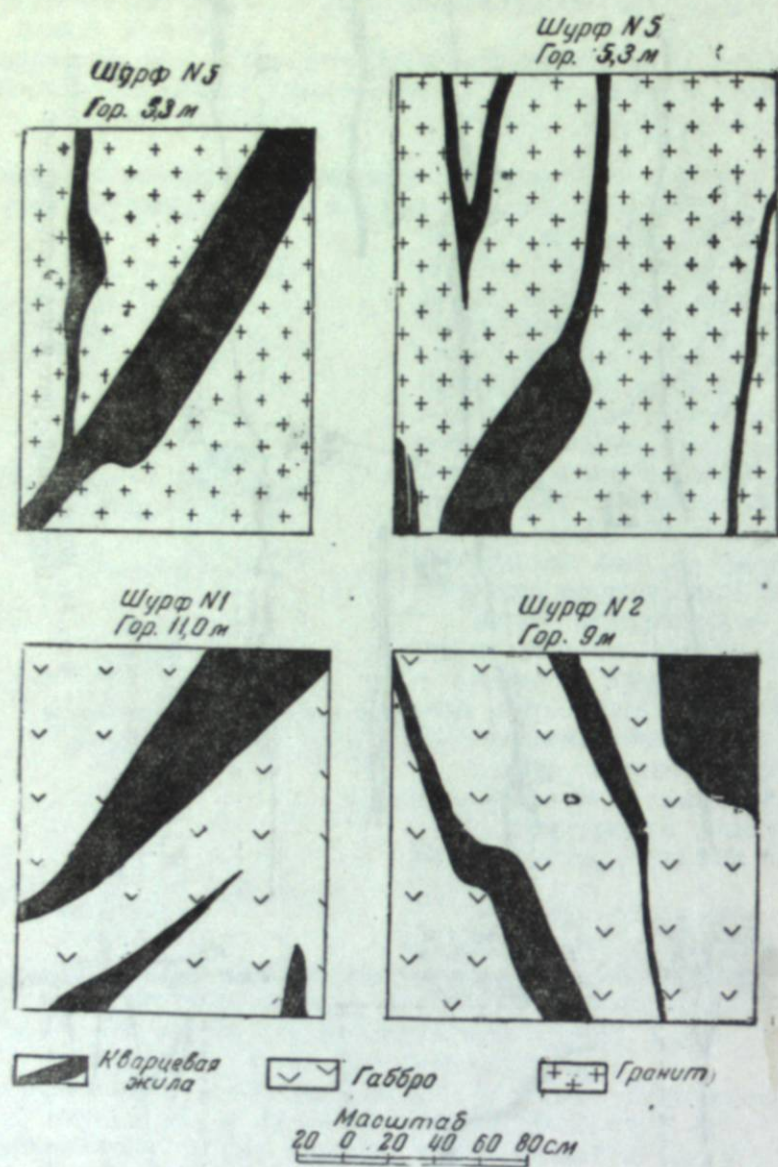
Некоторую роль в золотом оруденении играют трещины разрыва, образующиеся в связи со сдвиговыми перемещениями. Правда, здесь мы можем пока указать только на один пример месторождения — «Кварцевая гора» (фиг. 16).

Одновременно со сдвигом могут развиваться две системы трещин: трещины сжатия и трещины растяжения. Трещины сжатия образуют со сдвигом острый угол, направленный вершиной в сторону, в которую передвигалась противоположная сторона сброса, и являются закрытыми. Трещины растяжения, наоборот, образуют со сдвигом острый угол, вершина которого направлена навстречу движению противоположной стороны сброса, почему и являются открытыми.

Жилы, приуроченные к этим трещинам, имеют весьма неправильную форму: раздувы через незначительные интервалы сменяются пережимами, иногда жилы разбиваются на ряд отдельных прожилков, иногда дают апофизы.

Различие этих двух основных типов жил состоит не только в несходстве их основных морфологических черт, но и в степени оруденения, в их промышленной ценности.

Как будет показано ниже, диагональные и меридиональные жилы, приуроченные к трещинам скалывания в рудных полях Урала, играют в промышленном отношении неизмеримо меньшую роль, чем широтные жилы.



Фиг. 14. Зарисовка жилы Свердловского месторождения.

Объяснение этому факту следует искать в механизме формирования рудных тел.

В широтных трещинах, возникающих в результате прямого сжатия и ориентированных в направлении линии действия сил, в результате разверзания трещин создаются наиболее удобные пути для циркулирующих растворов. После выполнения трещинных пустот кварцем новые проявления стресса приводили к образованию густой трещиноватости в кварце и в контактовых зонах жил, создавая точно так же благоприятные условия для циркуляции последующих рудоносных растворов. Вполне очевидно, что го-

ризонральным перемещениям нередко могли сопутствовать и вертикальные.

Совершенно в ином виде представляется механизм формирования жил, приуроченных к трещинам скалывания. Если какая-то плоскость располагается косо по отношению к линии действующих внешних сил, то по правилу параллелограмма эти силы можно разложить на две составляющие: нормальные к плоскости и параллельные ей, или скалывающие.

Отсюда понятно, что нормальные силы будут стремиться плотно прижимать стенки трещины, а скалывающие перемещать их друг относительно друга. При таком перемещении и при наличии волнистой поверхности стенок образуются пустоты (сопровождаемые пережимами), которые и выполняются кварцем. Последующие же интерминерализационные передвижки создают в этих жилах уже менее благоприятные, чем в широтных жилах, условия для циркуляции рудоносных растворов, так как образование открытых пустот и трещинок в кварце вследствие преимущественно сдвигового характера деформации здесь затруднено. В связи с этим в жилах этого типа и наблюдается главным образом кварц массивный, менее трещиноватый, чем в широтных жилах. Часто приходится наблюдать, что оруденение приурочивается здесь к менее мощным участкам жил, а также к периферическим зонам раздувов и к рассланцованным боковым породам. Наличие оруденелых боковых пород в этом типе жил вполне понятно, так как степень рассланцевания их в связи со скалывающими движениями может быть весьма значительной, что облегчает проникновение в них растворов.

Помимо охарактеризованных выше двух основных типов жил, приуроченных к трещинам скалывания и разрыва, на Урале наблюдаются местами жилы иных типов, играющие в оруденении несравненно меньшую роль, чем первые два.

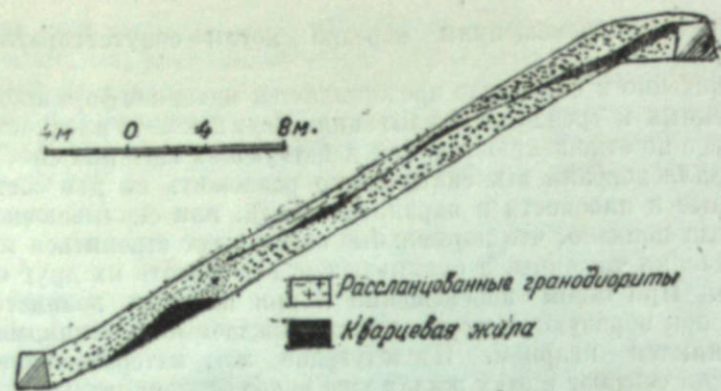
В некоторых массивах гранитоидов наблюдаются рудные жилы, приуроченные к краевым трещинам, расположенным в зоне контакта интрузива с окружающими толщами. Эти жилы следуют направлению контакта интрузива. В морфологическом отношении они, по видимому, занимают промежуточное положение между жилами двух первых основных типов. В зависимости от ориентировки контакта интрузива по отношению к направлению действующих внешних усилий в жилах этого типа преобладают черты то одного из описанных двух типов, то другого.

Наблюдаются также рудные жилы, приуроченные к трещинам надвига (фиг. 15). Этот тип жил отличается пологим залеганием, волнистыми сглаженными стенками, часто непостоянством направления простирания и угла падения. Характерным для этого типа является согласное с жилами направление сланцеватости боковых пород, линзовидная форма жил, наличие вытянутых плитообразных включений боковых пород, как бы чешуй, согласно залегающих с жилами. Обычно жилы этого типа залегают в апикальной части интрузивов, как бы оконтуривая их.

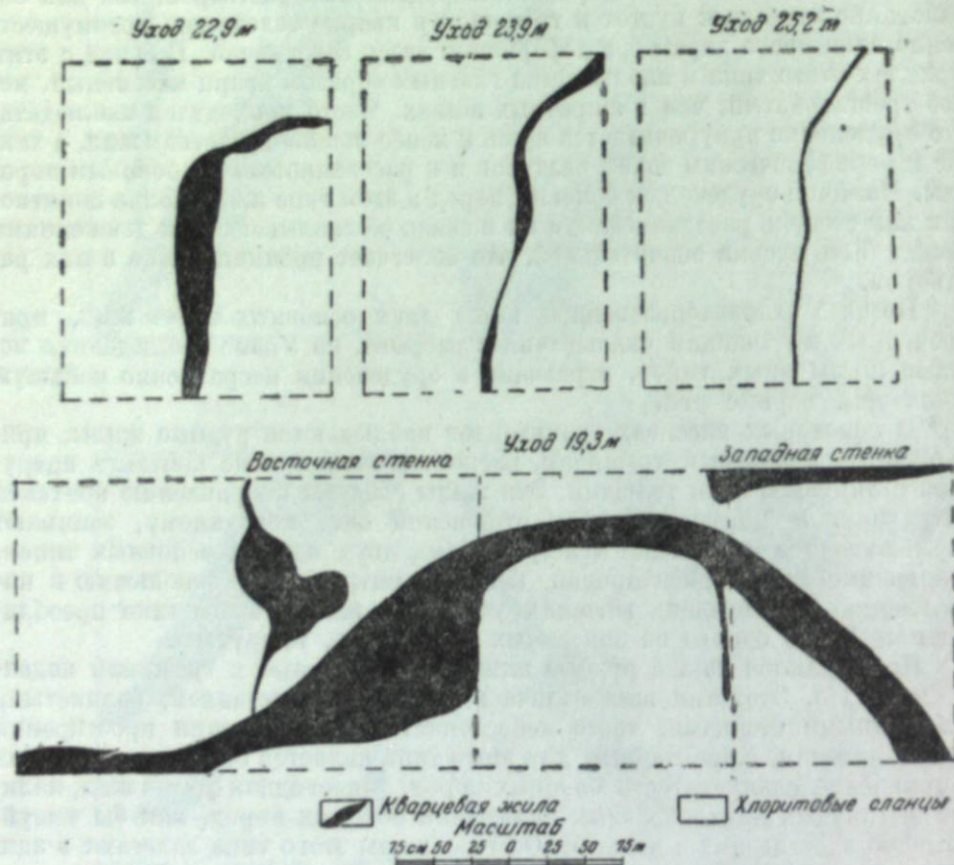
Некоторую роль в золотом оруденении играют трещины разрыва, образующиеся в связи со сдвиговыми перемещениями. Правда, здесь мы можем пока указать только на один пример месторождения — «Кварцевая гора» (фиг. 16).

Одновременно со сдвигом могут развиваться две системы трещин: трещины сжатия и трещины растяжения. Трещины сжатия образуют со сдвигом острый угол, направленный вершиной в сторону, в которую передвигалась противоположная сторона сброса, и являются закрытыми. Трещины растяжения, наоборот, образуют со сдвигом острый угол, вершина которого направлена навстречу движению противоположной стороны сброса, почему и являются открытыми.

Жилы, приуроченные к этим трещинам, имеют весьма неправильную форму: раздувы через незначительные интервалы сменяются пережимами, иногда жилы разбиваются на ряд отдельных прожилков, иногда дают апофизы.



Фиг. 15. Жила Уклонная. Зарисовка восстающего.



Фиг. 16. Месторождение «Кварцевая гора». Зарисовка забоев.

в) Типы структур рудных жильных полей и их классификация

Принцип, который, по нашему мнению, должен быть положен в основу классификации структур рудных полей, это — генезис трещин, а также смятых и рассланцованных зон, явившихся путями циркуляции гидротермальных растворов. При этом необходимо учитывать:

- 1) различные типы трещин в связи с ориентировкой действовавших усилий;
- 2) состав горных пород, обусловивших избирательную локализацию оруденения;
- 3) пространственное сочетание геологических тел, разнородных по механическим свойствам, и их форму.

Проведя на основании этих генетических данных классификацию структур рудных полей, мы можем наметить следующие группы:

Тип I. Антиклинальные и синклиналильные структуры

Примером антиклинальных и синклиналильных структур с системой жил, приуроченных к трещинам и полостям, генетически связанным с процессом складчатости, может служить месторождение Муртыкты.

Тип II. Структуры, приуроченные к зонам дизъюнктивных дислокаций

1. Жилы, приуроченные к трещинам скалывания в сланцах, с направлением, близким к меридиональному. Часто такие трещины возникают вблизи контактов крупных интрузий. Пример: Березогорское месторождение.
2. Жилы, приуроченные к трещинам разрыва при сдвиге, направленным косо-диагонально по отношению к плоскости сдвига. Пример: месторождение «Кварцевая гора».
3. Жилы, приуроченные к трещинам разрыва в дайках среди более податливых вмещающих пород. Иногда эти трещины с тем же направлением прослеживаются и в самих вмещающих породах. Примеры: Березовское, Агафуровское месторождения.
4. Рудные тела, приуроченные к трещинам и зонам смятия в дайках среди менее податливых вмещающих пород. Пример: месторождение «Поповская сопка».
5. Рудные тела, приуроченные к трещинам и зонам смятия в силифицированных участках рассланцованных зон. В этих условиях развиваются как трещины разрыва, так и трещины скалывания. Пример: Февральское, Хеонинское месторождения.

Тип III. Структуры, обусловленные элементами внутренней тектоники интрузивных массивов

1. Жилы, приуроченные к трещинам разрыва.
 2. Жилы, приуроченные к трещинам скалывания.
 3. Жилы, приуроченные к краевым трещинам.
 4. Жилы, приуроченные к надвиговым трещинам.
- Примеры типов структур, пространственно приуроченных к самим интрузиям, многочисленны; из них укажем лишь на Айдырдинское, Джетыгаринское, Кочкарское месторождения.

Тип IV. Структуры, обусловленные параллельной ориентировкой линии контакта интрузива и направлением действующих внешних сил

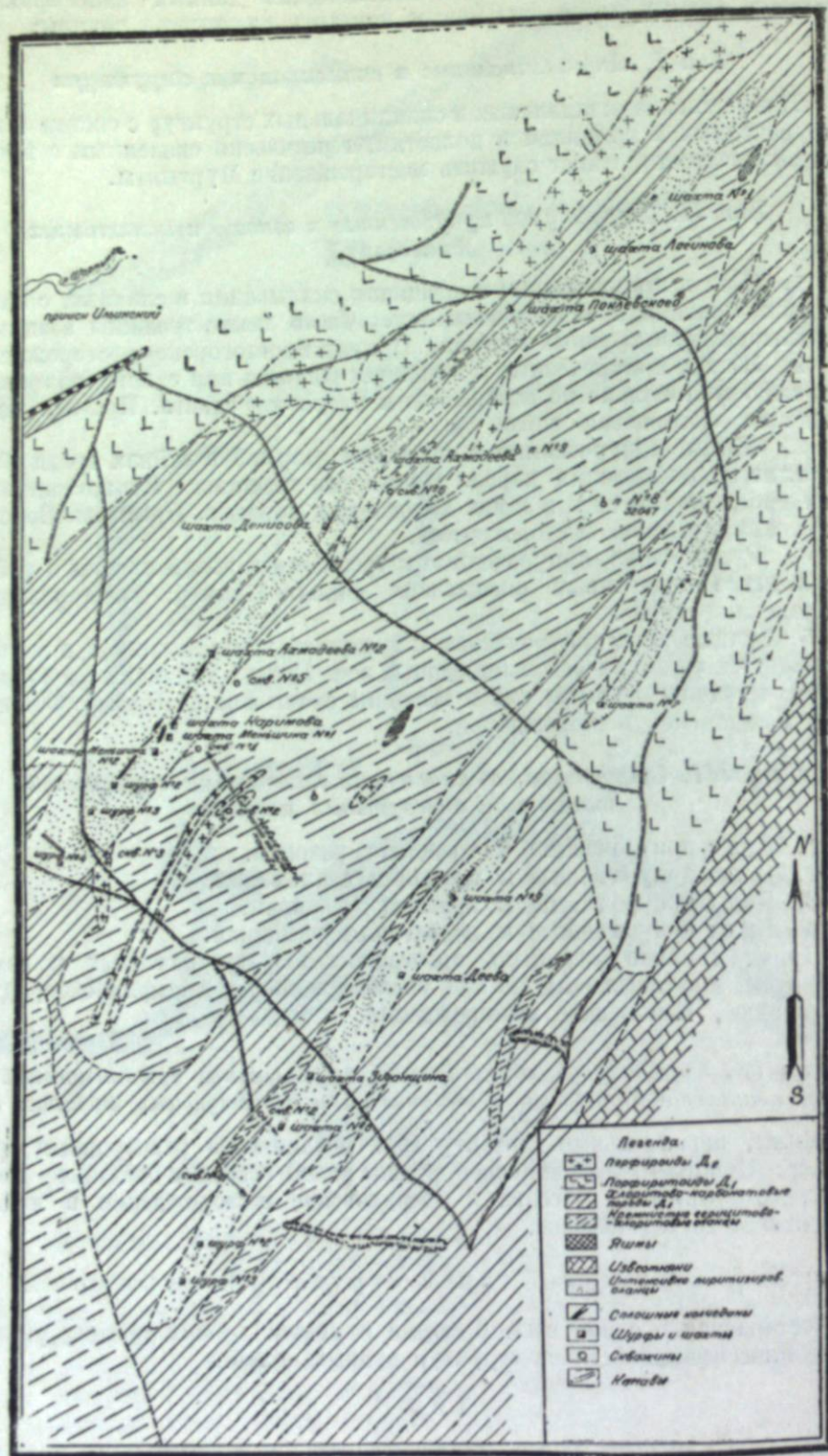
Жилы, параллельные контакту двух механически разнородных сред. Пример: Кунаро-Шайдурихинское рудное поле в северном контакте Верх-Исетского гранитного массива и Свердловское месторождение в южном контакте этого же массива.

г) Характеристика типов структур рудных полей

Постараемся в самой сжатой форме привести характеристику указанных в классификации типов структур рудных полей.

Тип I

Структур рудных полей, приуроченных к трещинам и полостям антиклинальных складок (типа Бендига), на Урале почти не известно, очевидно, в связи с сильной денудацией края. Автору, по личным наблюдениям, известно Ишбердинское месторождение в Башкирии, которое, по видимому, по своей структуре можно было бы отнести к этому типу.



Фиг. 17. Геологическая карта золоторудного месторождения «Муртыкты». По Гаскарову.

Больше примеров известно по структурам, приуроченным к синклинальным складкам. Наиболее ярким представителем этого типа может считаться рудное поле Муртыкты, расположенное в Учалинском районе (фиг. 17).

Хребет Муртыкты, протягивающийся в направлении, близком к меридиональному, сложен эффузивными породами и туфами каримовской свиты среднего девона. Пласты этих пород сложены в веерообразную почти симметричную синклинальную складку. Ось синклинали приблизительно совпадает с водоразделом хребта. Пласты горных пород на западном склоне хребта падают на восток под углом $60-80^\circ$, а на противоположном восточном склоне хребта они падают на запад под углами $40-75^\circ$. Параллельно простиранию слоистости и сланцеватости (в данном случае совпадающим) по обоим склонам хребта прослеживаются две зоны интенсивно рассланцованных и мидонитизированных пород, отмеченные мощным проявлением гидротермального метаморфизма. В пределах этих зон наблюдаются кулисообразно залегающие линзы наиболее жестких пород: сургучных яшм, яшмоидов, кремнистых и кремнисто-хлоритовых роговиков, альбитофиров. Подобное залегание, по Н. И. Бородаевскому, объясняется выжиманием некоторых пластов при образовании разрывов вдоль крыльев складок в связи с соответствующим распределением напряжений.

Отмеченные линзы более жестких пород, заключенные в податливых туфогенных сланцах, пронизываются кварцевыми или кварцево-карбонатными прожилками, минерализованными иногда весьма обильно сульфидами и золотом. Вмещающие породы также импреньюрованы золотоносным пиритом, представляя собой более убогую руду.

Тип II

1. Жилы, приуроченные к трещинам скалывания в сланцах с направлением, близким к меридиональному. Наиболее характерным представителем этого типа может служить Березогорское месторождение в Первоуральском районе (фиг. 18).

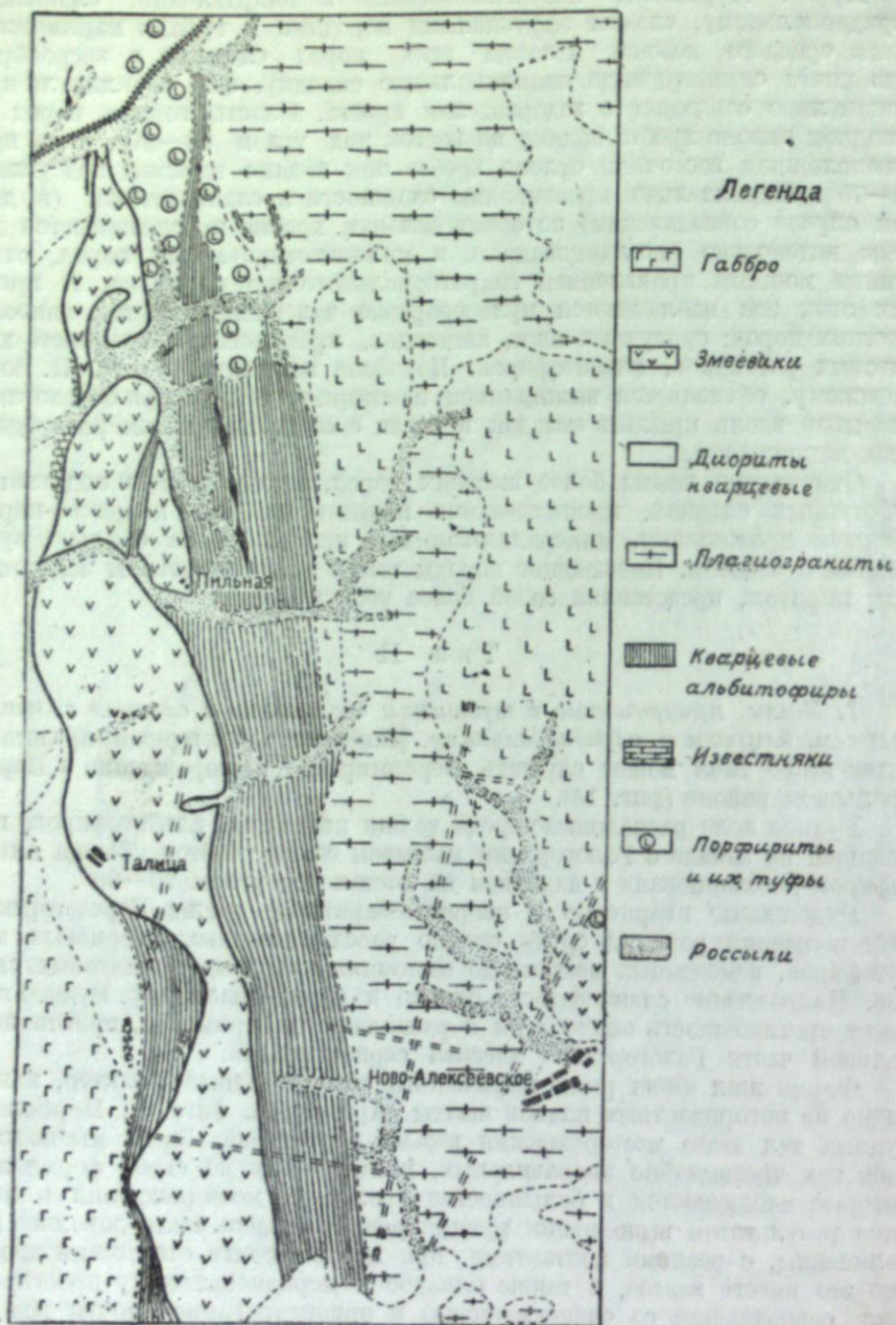
Рудное поле расположено среди толщи кварцевых альбитофиров, граничащей на западе с Гологорским массивом серпентинитов. Толща альбитофиров рассланцована с падением на восток под углом $70-80^\circ$.

Рудоносные кварцевые и кварцево-баритовые жилы Березогорского месторождения развиты среди сильно рассланцованных кварцевых альбитофиров, измененных местами до состояния кварцево-серицитовых сланцев. Направление сланцеватости близко к меридиональному. Рудное поле имеет протяженность около 2 км и располагается, примерно, против центральной части Гологорского массива серпентинитов.

Форма жил имеет резко выраженный челноковидный характер, как это видно из погоризонтных планов шахты «Артем» (см. фиг. 10). Морфология рудных тел этого месторождения весьма характерна. Здесь мы не встречаем тех чрезвычайно неправильных, причудливых по своей форме жил, которые наблюдаются в большинстве уральских месторождений и являются результатом выполнения трещин разрыва. Здесь жилы довольно прямолинейны, с резкими контактами, при полном почти отсутствии апофиз. Все это вместе взятое, а также близкое к меридиональному простирание жил, совпадающее со сланцеватостью и ориентированное почти под прямым углом к направлению стресса, заставляет считать эти жилы выполнением полостей, которые возникли при смещении по трещинам скалывания.

В формировании структуры описываемого рудного поля огромную роль, повидимому, сыграл Гологорский серпентинитовый массив. Этот разрыв в теле узкой и длинной интрузии серпентинитов, имеющий в длину 10 км, являясь наиболее жестким телом среди эффузивной толщи, способствовал проявлению, главным образом, на восточной его стороне, пликтивных и дизъюнктивных деформаций, являясь контрфорсом. По

данным геологической съемки Б. М. Романова, сильное расланцевание альбитофиров непосредственно за пределами раздвух серпентинитов отсутствует как на севере, так и на юге. Отсюда можно сделать вывод, что



Фиг. 18. Геологическая карта Березогорского месторождения. Составлена по съемкам Б. М. Романова, П. И. Кутюхина и рудничным съемкам.

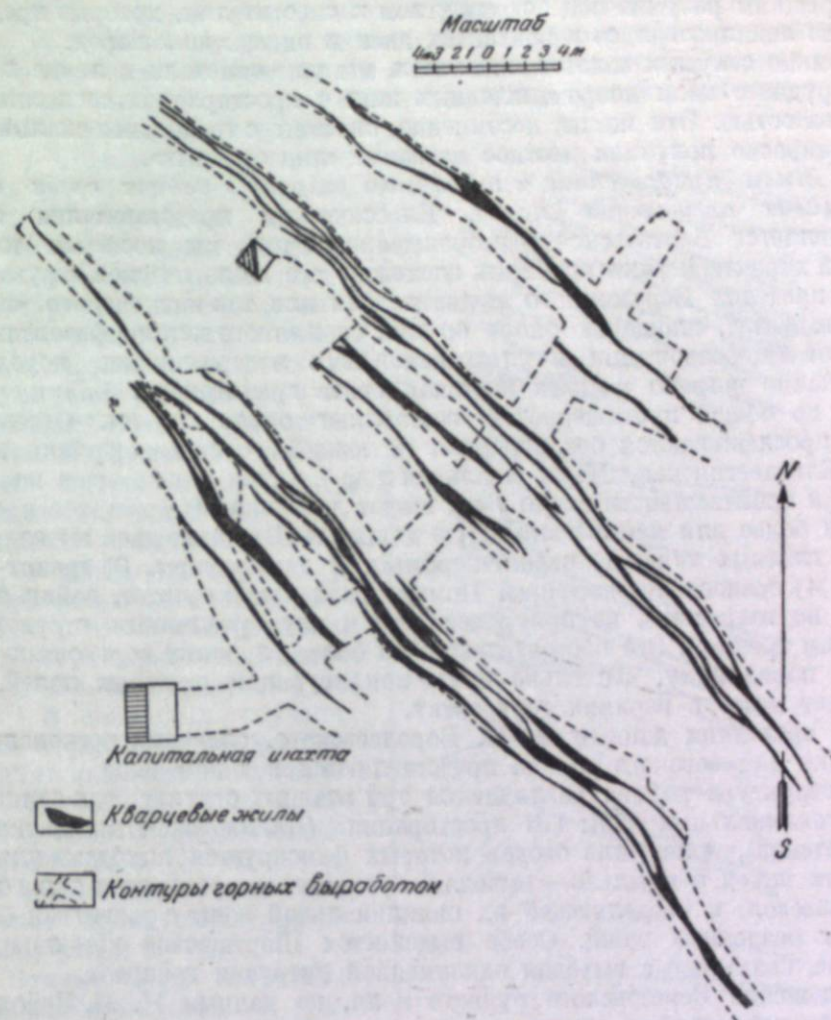
границы оптимальных для поисков рудоносных площадей соответствуют северной и южной оконечностям серпентинитового массива.

2. Жилы, приуроченные к трещинам разрыва при сдвиге. Как пример этого типа структуры можно привести месторождение «Кварцевая гора».

Месторождение расположено в пределах мощной тектонической зоны. Все толщи пород района месторождения собраны в изоклинальные склад-

ки, сопровождающиеся зонами смятия и многочисленными разрывами, с хорошо выраженными зеркалами скольжений. Направление этих разрывов совпадает с направлением осей складчатости. Складки несколько опрокинуты на запад.

Толщину расланцованных пород района пререзают дайки габбро-диабазов, играющие важную роль в структурном контроле рудообразования.



Фиг. 19. Месторождение «Кварцевая гора». План горизонта 30 м.

Эти дайки, достигающие мощности в несколько десятков метров, в периферических частях грубо расланцованы, а в центральных разбиты только серией трещин. Направление простирания даек близкое к меридиональному.

Золотоносные кварцевые жилы выполняют трещины разрыва с простиранием 300° и падением $60-70^\circ$. Эти жилы, косо-диагональные по отношению к сланцеватости, можно назвать «секущими», в отличие от непромышленных кварцевых жил, залегающих по сланцеватости.

Все секущие золотоносные кварцевые жилы залегают в полосе кварцево-серпентитовых сланцев. Мощность их колеблется от нескольких сантиметров до 2 м. Форма жил весьма неправильна: раздвух через незначительные интервалы сменяются пережимами, иногда жила разбивается на ряд отдельных прожилков, иногда дает апофизы. Жилы залегают свитами. Главная свита с семью жилами, расположенными в нескольких метрах одна от другой, изображена на фиг. 19. Жилы располагаются

вблизи диабазовых даек или между ними и ориентированы по отношению к ним косо.

Зависимость локализации оруденения от геологической структуры участка здесь выражается совершенно отчетливо. Выше уже отмечалось, что смещения в районе месторождения происходили по осевым плоскостям складок меридионального направления. В связи со сдвигами образовались трещины разрыва под острым углом к смещениям, которые предпочтительно локализовались в контактах даек и вмещающих пород.

Помимо секущих золотоносных жил, мы уже отмечали наличие в пределах рудного поля непромышленных жил с простиранием, согласным со сланцеватостью. Эти жилы, несомненно, связаны с трещинами скалывания и не напрасно получили местное название «линзовидных».

3. *Жилы, приуроченные к трещинам разрыва в дайках среди более податливых вмещающих пород.* Классическим представителем этого типа является Березовское месторождение. Здесь мы коснемся только краткой характеристики основных элементов его геологической структуры.

В пределах Березовского рудного поля или, так называемого «жилыного квадрата», площадью около 60 км², сложенного метаморфизованными вулканогенно-осадочными и ультраосновными изверженными породами, чрезвычайно широко развита жильная свита гранитоидов. Дайки гранитоидов по общей протяженности составляют около 200 км. Отдельные дайки прослеживаются без перерыва от южной до северной рамки квадрата (Елизаветинская, Первоначальная и др.), причем некоторые из этих даек при протяженности около 7 км имеют довольно выдержанное простирание и более или менее постоянную мощность. В составе даек выделяются четыре главных типа: 1) сиенит-порфиры, 2) лампрофиры, 3) гранит-порфиры и 4) граносиенит-порфиры. Помимо различия в составе, дайки отличаются по возрасту и по приуроченности к двум различным структурам (системам трещин). Это обстоятельство на более глубоких горизонтах обусловит, по видимому, несколько иную конфигурацию шахтных полей, чем это имеет место в верхних горизонтах.

По последним данным Н. И. Бородаевского, элементы региональной тектоники Березовского района представляются в таком виде.

В структуре района различаются три главных структурных единицы: две антиклинальных зоны СВ простирания (Калиновско-Пышминская и Благодатская), положение сводов которых фиксируется выходами ультраосновных пород, а крыльев — выходами вулканогенно-осадочных толщ среднего палеозоя, и разделяющей их синклиналильной зоны с развитием более молодых осадочных толщ. Особо выделяется Шарташское куполовидное поднятие, связанное с выходом одноименной интрузии гранитов.

Положение Березовского рудного поля, по данным Н. И. Бородаевского, фиксируется на южном крыле крупной Калиновско-Пышминской антиклинали в том месте, где последняя меняет свое простирание, образуя дугообразный изгиб и уходя к ЮЮВ. Площадь рудного поля охватывает все сечение этой антиклинали от свода до синклиналильной части, разделяясь соответственно этому на северный, центральный и южный участки. Наибольшее развитие рудоносная площадь имеет в синклиналильной зоне, в так называемом Березовском синклинории.

Обращаясь к характеристике форм даек, к которым приурочены рудоносные жилы, мы можем отметить, что они представляют более или менее выдержанные жильные тела. Этому не противоречит наличие многочисленных пережимов и раздувов, естественных при огромном количестве даек. Дайки часто ветвятся и дают апофизы различной длины и мощности. Более неправильные и невыдержанные формы приурочены к массиву серпентинитов, что объясняется способностью этих пород давать сложные зоны дробления и смятия. Мощность даек при указанных колебаниях в среднем составляет 10—12 м. Значительное отклонение от этой средней величины наблюдается сравнительно редко. Направление простирания подавляющего большинства даек близко к меридиональному.

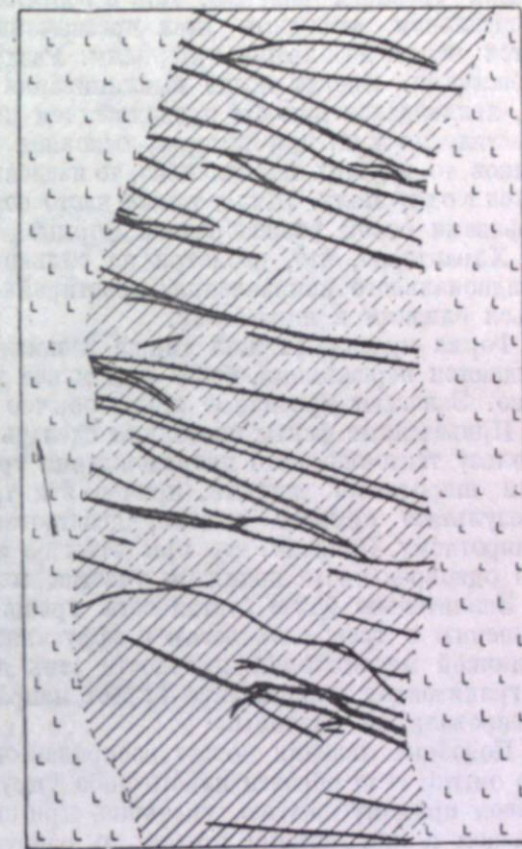
Падение преобладает восточное под углом 65—85°; иногда с глубиной падение меняется на запад.

К существенным структурным элементам Березовского месторождения относится густая сеть широтных жил, секущих дайки вкост их простирания. С этими, так называемыми, «полосовыми» или «лестничными» жилами, в плане близко напоминающими ступеньки лестницы, связано основное оруденение месторождения (фиг. 20). В большинстве случаев эти жилы не выходят из даек, однако — и это необходимо подчеркнуть — наблюдаются также случаи, когда жилы продолжают в боковых породах, что имеет большое значение в распознавании генезиса выполненных ими трещин. Очень интересный факт в недавнее время отмечен П. И. Кутюхиным и Н. И. Бородаевским, когда одна и та же жила залегает в расположенных рядом дайках разного состава и разного возраста. Густота жил далеко неравномерна, не только для различных даек, но и в пределах одной какой-либо дайки. Наблюдаются совершенно «пустые стекла», лишенные поперечно располагающихся золотоносных жил, или, в некоторых случаях, с редкой сетью жил, часто безрудных. В промышленных участках даек расстояние между жилами колеблется от 2 до 4 м. В некоторых случаях жилы сгущаются еще больше. Средняя мощность лестничных жил равна 10—12 см, средняя длина, соответствующая мощности даек, 10—12 м. Азимут простирания жил 110°, падение преимущественно на юг под углом 65—80°.

Помимо этих широтных промышленных жил, в дайках существуют еще две системы жил слабо или совсем непромышленных: продольных и диагональных. Первая система продольных крутопадающих жил, с простиранием 25—30°, близко совпадает с простиранием вмещающих их даек. Вторая система, с азимутом 135—140°, направлена диагонально к простиранию даек. Местами проявляется и перпендикулярная ей система с северо-восточным простиранием.

Эти системы жил имеют довольно незначительное, по сравнению с широтными жилами, распространение и промышленное значение их крайне невелико.

Большой практический и теоретический интерес имеют в пределах жильного квадрата так называемые «красичные» жилы, залегающие не в дайках, а во вмещающих их породах континента. Красичные жилы имеют согласное с лестничными жилами широтное простирание и крутое южное падение. Длина их выражается десятками и сотнями метров, мощность



Фиг. 20.

колеблется от нескольких сантиметров до 2 м. Лестничные жилы, выходя за пределы дайки, иногда переходят в красичные.

Генетическая связь этих двух систем промышленных жил подчеркивается еще и тем, что участки развития красичных жил, залегающих по большей части свитами, отвечают участкам с наиболее густой сетью лестничных жил.

Трещинам, в которых отложились рудные жилы Березовского месторождения, долгое время приписывали контракционное происхождение, в последнее же время большинство исследователей (А. А. Иванов, П. И. Кутюхин, Н. И. Бородаевский) считают трещины тектоническими.

В самом деле, мы имеем здесь весьма характерные формы жил, выполнивших трещины разрыва. Как в вертикальном направлении, так и в горизонтальном мощность жил чрезвычайно изменчива и часто резко меняется через небольшие интервалы. Раздувы различной формы сменяются пережимами. Иногда после выклинивания одной жилы начинается другая, являющаяся как бы продолжением первой. Довольно часты явления разветвления жил, при которых основная жила распадается на ряд прожилков то идущих параллельно, то изгибающихся и затем снова сливающихся в одну жилу. Жилы также часто сопровождаются многочисленными апофизами самой разнообразной формы.

Характерно, что, несмотря на сильное местами отклонение даек от меридионального направления, простирание жил всюду продолжает оставаться близким к широтному.

Форма красичных жил также весьма неправильная. Раздувы сопровождаются пережимами, более или менее правильные жилы наблюдаются редко. Залегают красичные жилы обычно свитами.

Приведенные факты позволяют сделать только один вывод, а именно, в пользу тектонического происхождения трещин, выполненных продуктивными широтными жилами, причем эти трещины разрывов образовались в результате прямого сжатия, действовавшего в направлении, близком к широтному. Понятно, что при этом не исключена возможность некоторого одновременного поднятия участка месторождения.

Значительно более густая сеть трещин в дайках гранитоидов, по сравнению с трещиноватостью в эффузивной толще, вполне понятна при различной механической прочности этих двух сред: более хрупкие дайки гранитоидов, залегающие вкост направления действующих сил, легче реагировали на разломы.

Подобные явления можно воспроизвести посредством хорошо известного опыта: если образец какого-либо упругого материала подвергать под прессом прямому сжатию, уменьшив при этом путем смазки трение между образцом и пластинками пресса, то разрушение вещества происходит по трещинам, совпадающим с направлением сил. В нашем случае, если говорить о полном соблюдении всех условий опыта, трение между телом дайки и вмещающими породами могло быть ослаблено благодаря развитию в зоне экзоконтакта явлений биотитизации, хлоритизации и оталькования.

Послерудная тектоника на Березовском месторождении характеризуется наличием различных систем сместителей. Ее мы касаться не будем, отметив лишь, что наиболее, интенсивно она проявилась в северной части месторождения.

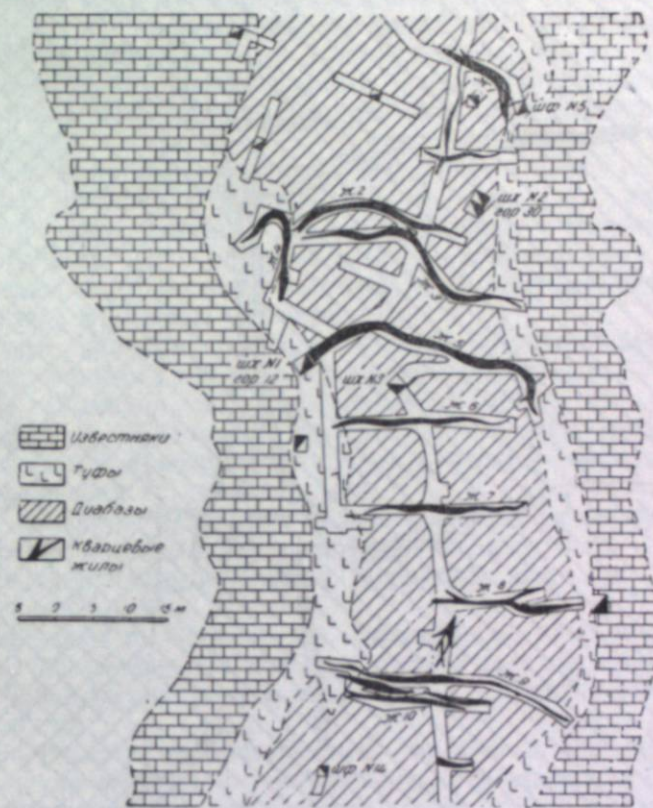
В связи с этим можно будет остановиться еще на роли массива ультраосновных пород, расположенного в северо-восточном углу жильного квадрата, в формировании структуры рудного поля.

В настоящее время мы можем считать твердо установленным, что проявления как дорудной, так и послерудной тектоники на различных участках рудного поля неодинаковы.

Здесь мы имеем: 1) более слабое проявление оруденения, меньшую густоту жил на центральной части жильного квадрата, занимающей широкую полосу грубо широтного направления и приуроченность наиболее

продуктивных зон месторождения к южной и северной частям жильного квадрата; 2) более широкое развитие красичных жил в той же северной части месторождения; 3) более интенсивное проявление послерудной тектоники в пределах северной части месторождения.

Эти соображения приводят нас к выводу о заметном влиянии на формирование структуры Березовского рудного поля массива серпентинизированных перидотитов и пироксенитов, расположенного за северо-восточной рамкой квадрата и в виде выступа заходящего в пределы квадрата. Полагаем, что этот массив, как наиболее жесткое тело, заключенное в толще вулканогенных пород, несомненно, способствовал образованию большого



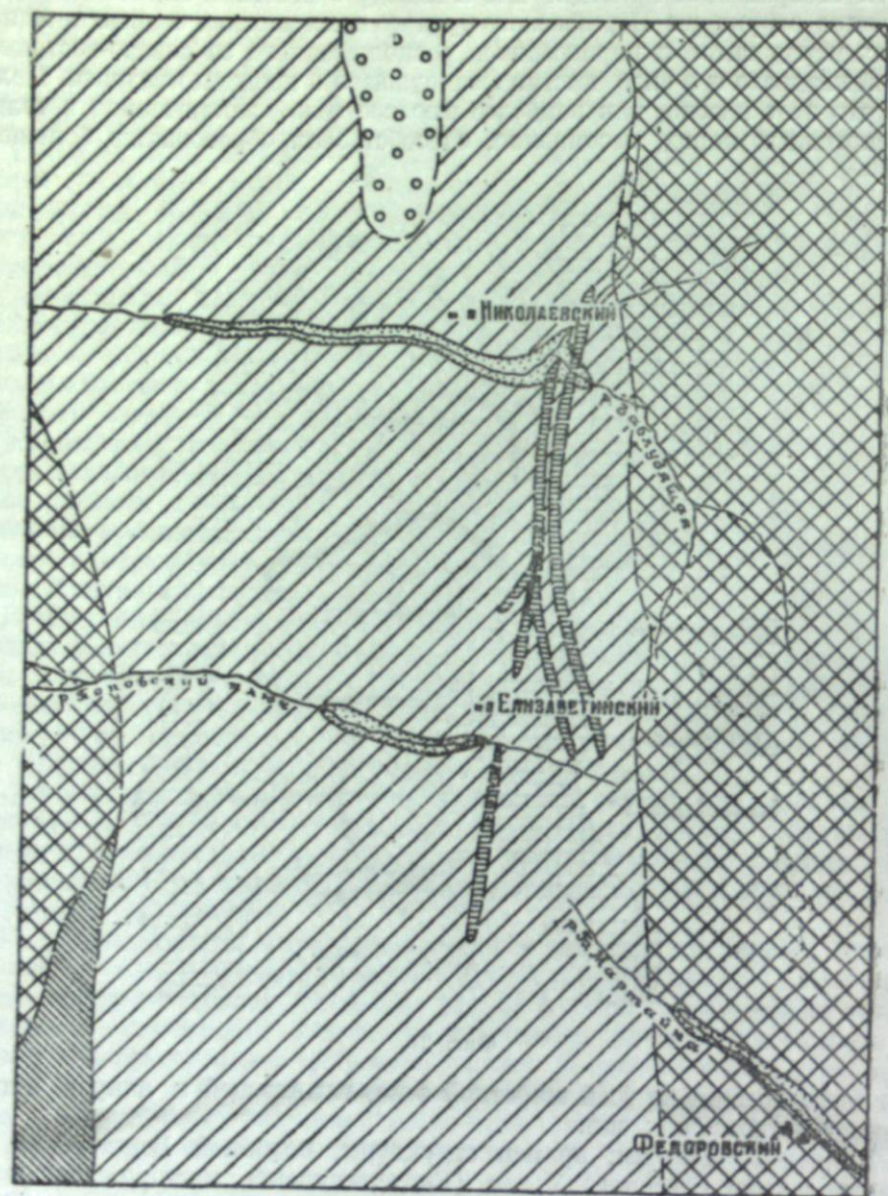
Фиг. 21.

количества трещин во всей широтной зоне, тяготеющей к нему в направлении действовавших сил.

Приведем еще один пример структуры, подобной Березовской, по месторождениям Северного Урала (Екатерининское месторождение). Из чертежа все видно и пояснений не требуется (фиг. 21).

4. Рудные тела, приуроченные к трещинам и зонам смятия в дайках среди менее податливых вмещающих пород. Как пример приведем месторождение «Поповская сопка», расположенное среди свиты М в верховьях р. Заблудящей, системы р. Вишеры (фиг. 22).

Это месторождение расположено в кварцитовидной толще. Золотое оруденение приурочено к двум полосам хлоритовых и хлорит-серпентитовых сланцев, происшедших, повидимому, за счет габбро-диабазов, широко распространенных в толщах свиты М. Мощность полос составляет, по П. К. Олерскому, 8 и 15 м. Простирание полос и направление сланцеватости близки к меридиональному, протяженность около 1,5 км. В полосах этих рассланцованных пород согласно со сланцеватостью залегают кварцевые жилы. Наряду с мощными жилами, встречается целый ряд мелких



- | | | | |
|--|-------------------------|--|-------------------------|
| | Слоистые кварциты | | Кварцевые жилы |
| | Кварцевые конгломераты | | Зоны импрегнации пирита |
| | Кварцитовые сланцы | | Россыли |
| | Габбро-диабазы и сланцы | | |

Фиг. 22. Геологическая карта района месторождения «Поповская сопка». Составлена П. К. Олерским и др.

прожилков. Кварцевые жилы имеют непостоянную мощность, с многочисленными пережимами и раздувами.

Жилки и прожилки, располагаясь по сланцеватости, образуют целую свиту, вытянутую на десятки метров вдоль полосы. Расстояние между прожилками составляет несколько сантиметров. Мощность всей свиты колеблется в пределах 3—4 м.

Анализируя структуру этого рудного поля, прежде всего необходимо отметить, что форма жил, их четковидный характер, резкие контакты рудных тел с боковой породой, характер залегания жил говорят за то, что полости, послужившие вместилищем руд, образовались в результате перемещения по многочисленным трещинам скальвания.

Образование этих трещин происходило преимущественно в породах менее жестких, чем окружающие их кварциты. Среди жестких устойчивых кварцитов включены более слабые породы, дающие рассланцованные и смятые зоны. По нашему мнению, эти последние являются, главным образом, дайками диабазов и габбро-диабазов, потерявшими свой первоначальный облик.

5. Рудные тела, приуроченные к трещинам и зонам смятия, в силифицированных участках рассланцованных зон. Для характеристики структур этого типа приведем два месторождения — Февральское и Хеонинское, — отличные одно от другого по деталям строения.

Февральское месторождение расположено в тектонической зоне взбросового характера в бассейне р. Рефта.

Рудоносная сланцевая полоса в пределах более или менее изученной ее части имеет мощность 100—250 м и протяженность около 7 км с азимутом 330—340°. Падение сланцев западнее под углом 70—80°. Далее на север в направлении к Егоршино продолжение полосы устанавливается только наличием золотоносных отложений в местах пересечения предполагаемого продолжения ее долинами рек.

Сланцы являются продуктом сильного динамометаморфизма пироксеновых порфиритов и альбитофиров. Особо должны быть отмечены зоны интенсивного окварцевания сланцев, играющие огромную роль в контроле рудоотложения (фиг. 2°).

Рассланцевание не проявляется одинаково по всей толще сланцев. Совершенно естественно, что наиболее сильно рассланцованные участки находятся вблизи массивных и жестких пород, каковыми являются окварцованные сланцы.

Здесь получают разлистованные, пloidчатые разновидности сланцев, проникнутые тонкими, непостоянными по мощности и быстро выклинивающимися кварцевыми прожилками. Сами сланцы в таких участках импренърованы пиритом. Пиритизация выражена или одиночными рассеянными кристаллами, или цепочками сульфидов по сланцеватости и трещиноватости. Таким образом, мы имеем здесь вблизи зон окремненных сланцев довольно сложные рудные тела, нечто вроде фальбандов. Эти тела имеют весьма непостоянную мощность: раздувы в 1,5—2 м переходят внезапно в прожилки и даже выклиниваются вовсе. Они являются главными продуктивными телами Февральского месторождения.

В последнее время местами разрабатывали и сами окремненные сланцы как промышленную руду. Очевидно, в некоторых участках жилкообразные тела окремненных сланцев, как хрупкие тела, заключенные среди более пластических масс, при сжатии дали системы трещин, послуживших путями минерализации.

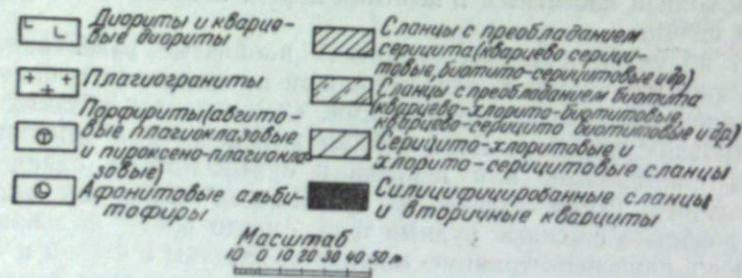
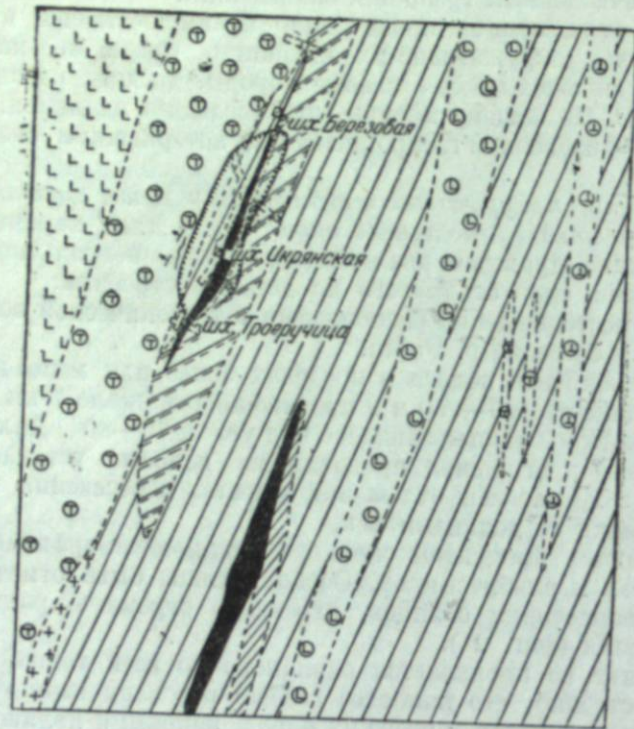
Хеонинское месторождение расположено в бассейне р. Серебряной.

В строении участка рудного поля главная роль принадлежит кварцево-серицитовым и серицитовым сланцам, образовавшимся в основном за счет метаморфизма альбитофиров.

Выделяются по съемкам А. И. Чернышева и И. В. Ленных две главных полосы серицитовых сланцев, простирающиеся в направлении, близком к меридиональному: западная, Хеонинская, протяжением в 30 км при

ширине 60—300 м, уходящая далеко за пределы карты (фиг. 24), и восточная, Елизаветинская, протяжением 2 км при ширине 25—50 м. Основные рудные зоны приурочены к главной Хеонинской сланцевой полосе. Из метасоматических процессов в пределах рудного поля наиболее интенсивно проявляются процессы серицитизации и силификации. Особый интерес имеет для нас процесс силификации, продуктом которого являются мощные, местами, жильобразные тела окварцованных сланцев.

Хотя оруденение развито довольно широко в пределах сланцевой полосы, участки с промышленной концентрацией приурочены только

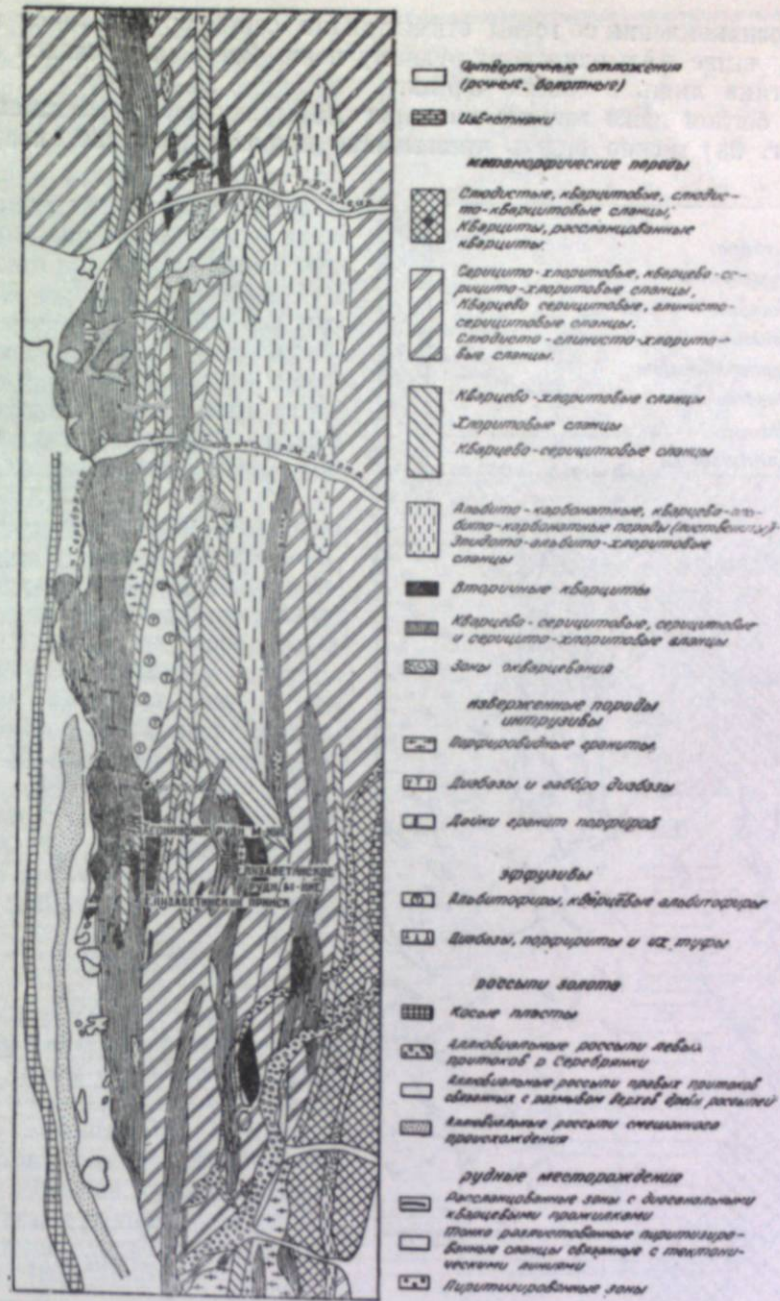


Фиг. 23. Геологическая карта участка Февральского месторождения. Составлена И. В. Ленных и А. П. Зотовым.

к этим телам. Тела механически более прочных, чем окружающие их породы, окварцованных сланцев играют здесь главную роль в локализации оруденения. Зажатые между ними участки сланцев растягивались в направлении нормальном к оси стресса и дали густую сеть открытых трещин широтного простирания.

Эти трещины и являются вмещающим золотосодержащих руд. Длина кварцевых жил обычно составляет 40—60 м, а расстояние между ними 3—5 м.

Форма жил весьма неправильная. Мощность их колеблется от нескольких сантиметров до 1 м.



Фиг. 24.

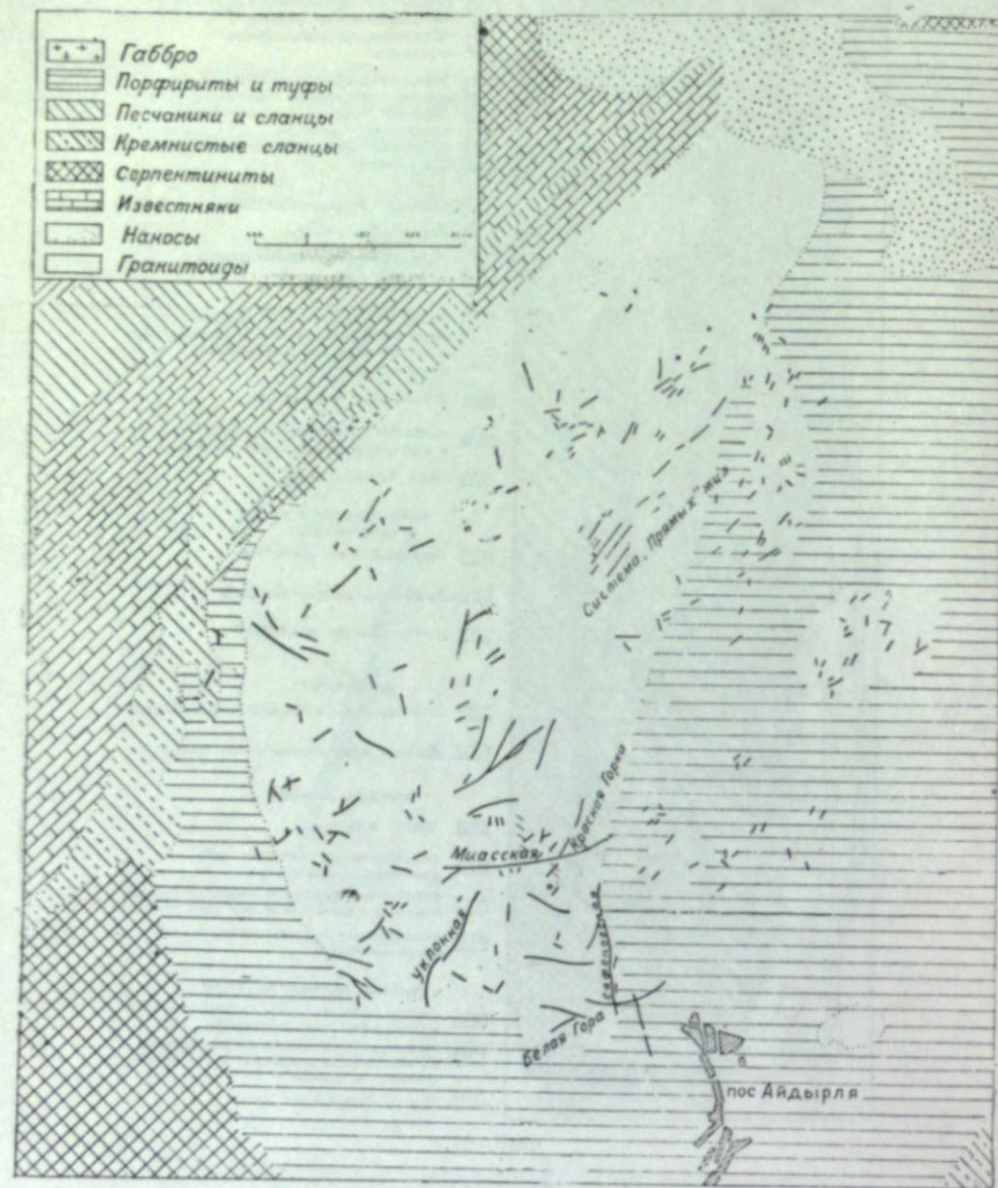
Т и п III

Структуры, обусловленные элементами тектоники интрузивных массивов. Здесь мы выделяем четыре типа структурных элементов, к которым пространственно приурочены золотоносные жилы, а именно, трещины: разрыва, скальвания, надвига и краевые. Эти типы проявляются во многих массивах изверженных пород и характеризуются свойственными каждой из них генетическими чертами.

В процессе исследований нам удалось наблюдать все эти структурные типы совместно в пределах одной интрузии — Айдырлинского массива гранитоидов. Быть может, этот факт не является единичным и объясняется еще неполнотой наших сведений о структурах рудных полей, расположенных непосредственно в пределах интрузий.

Для ознакомления со всеми этими типами структур обратимся к упомянутому выше Айдырлинскому рудному полю. Здесь мы коснемся его характеристики лишь в общих чертах.

При беглом даже взгляде на карту Айдырлинского гранитного массива (фиг. 25) можно видеть чрезвычайно широкое развитие кварцевых



Фиг. 25. Система кварцевых жил Айдырлинского гранитного массива.

жил, общее количество которых составляет около трехсот. Отдельные весьма незначительных размеров штоки, сопутствующие основной интрузии, также вмещают довольно густую сеть кварцевых жил.

Выше мы уже достаточно подробно касались морфологической и промышленной характеристики жил всех типов, которые наблюдаются в пределах Айдырлинского рудного поля, а именно, жил, приуроченных к трещинам: разрыва, скальвания, надвига и краевым.

Все вышеприведенные характеристики и доказательства в полной мере применимы при анализе структуры этого рудного поля.

Несмотря на огромное развитие диагональных жил, связанных с трещинами скальвания, в промышленной оценке месторождения они играют крайне ничтожную роль. Основными объектами эксплуатации являются две жилы, одна из которых приурочена к трещине разрыва, а вторая — к трещине надвига. Эти две жилы и определяют, собственно, промышленное значение месторождения. Поиски этих типов и являются главной задачей в деле расширения сырьевой базы.

К контактовым (краевым) жилам в месторождении можно отнести пока одну промышленную жилу — Сафоновскую.

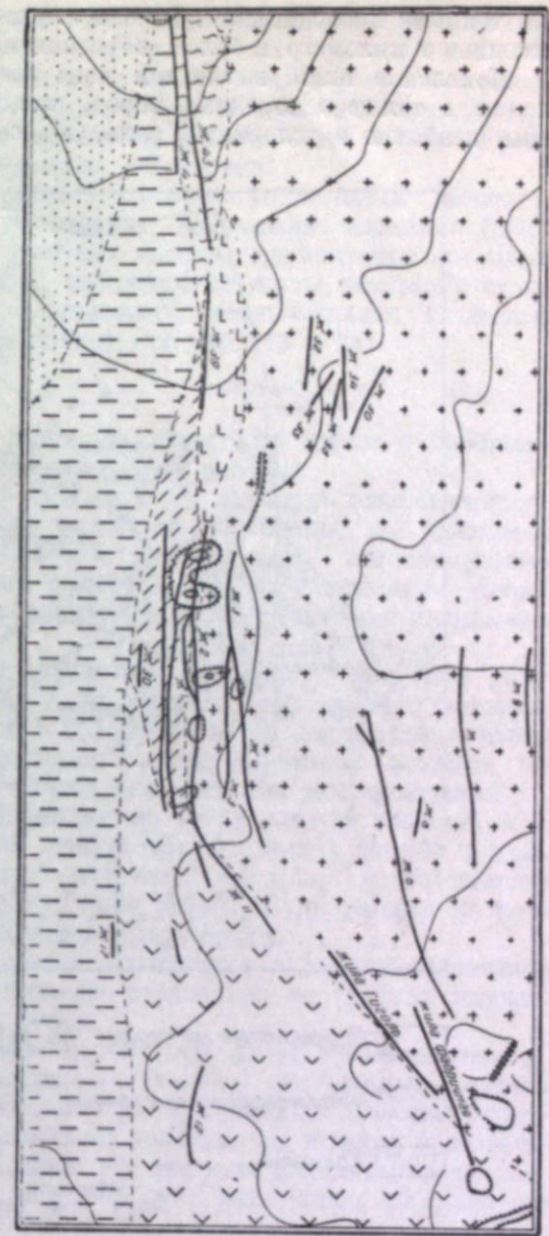
Укажем на интересный пример проявления контактовых (краевых) жил по месторождению Синий Шихан.

На данном месторождении этот тип жил играет значительную роль (фиг. 26). Граниты прослеживаются здесь в виде полосы длиною в 60 км при ширине около километра.

Тип IV

Структуры, обусловленные параллельной ориентировкой линии контакта интрузива и направления действующих внешних сил. Характерным примером этого типа структуры является Кунаро-Шайдуригское рудное поле, расположенное вдоль северного контакта Верх-Исетского гранитного массива с метаморфизованной эффузивной толщей. Простирающиеся многочисленные кварцевые жилы, развитые среди вулканической толщи, близко к широтному и согласуются с направлением контакта Верх-Исетского гранитного массива (фиг. 27).

Протяженность по простиранию отдельных жил невелика, редко достигая 200—300 м. Иногда же отдельные жилы близко подходят друг к другу и даже соединяются между со-

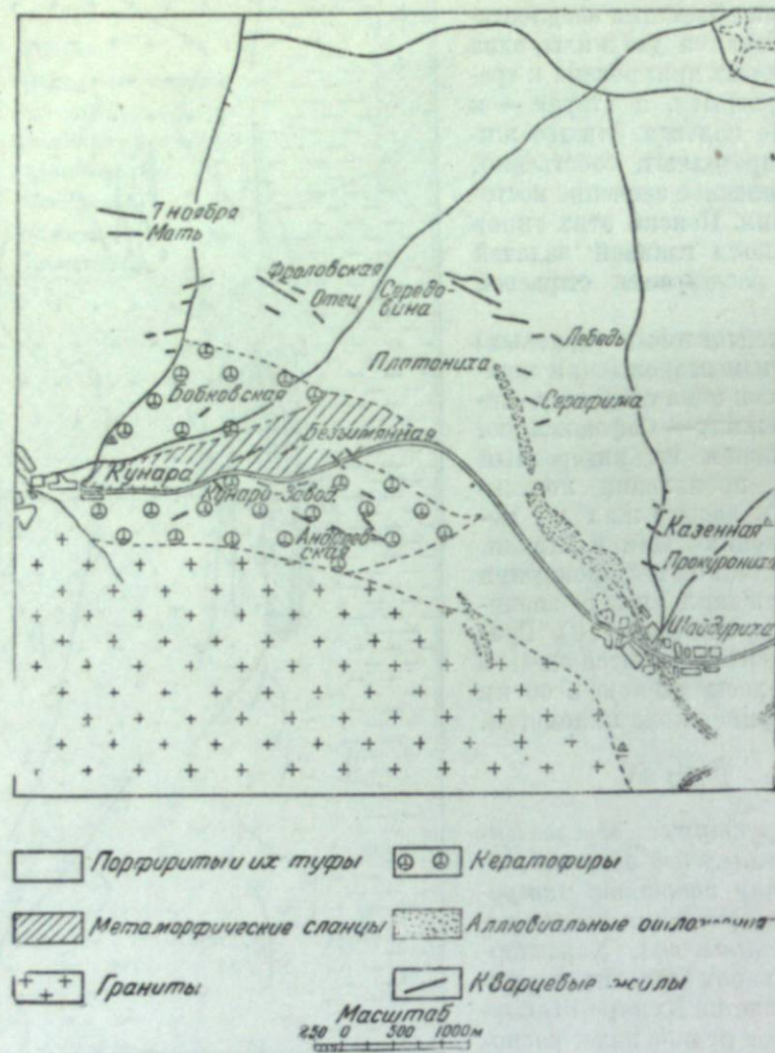


- Гранитоиды
- Слоистые глинистые сланцы
- Песчано глинистые сланцы
- Зелисто-серафитистые и глинистые сланцы
- Кварциты и кварцитовые сланцы
- Песчано глинистые и хлоритокварцитовые конгломератные сланцы
- Наносы
- Кварцевые жилы

Фиг. 26.

бою тонкими проводниками. В этом случае получается длинная жила протяжением с километр и более, объединяемая одним названием.

Появление такой вытянутой зоны трещиноватости широтного направления в толще однородных пород, при такой значительной длине этой зоны, необычно в условиях Урала. Объяснение здесь нужно искать только



Фиг. 27. Геологическая карта Кунаро-Шайдурихинского золоторудного района. Составлена по материалам рудничного картирования.

в общей структуре Кунаро-Шайдурихинского района. Трещины здесь, естественно, должны были образоваться вблизи контакта пород, разделяющего две среды с различной механической прочностью, при параллельной направленности контакта по отношению к направлению линии стресса.

Подобные соотношения устанавливаются Л. В. Белл и А. М. Белл в районе интрузии Бурламак (провинция Квебек), где рудные месторождения приурочены почти исключительно к восточному и западному контактам гранодиоритового массива, ориентированным перпендикулярно к оси региональной складчатости или, что то же, — параллельно направлению действовавших усилий.

Не только общая геологическая обстановка, но и морфология жил Кунаро-Шайдурихинского месторождения вполне подтверждают высказанное предположение о характере трещин, как трещин разрыва. Форма жил

крайне неправильна: по простиранию они часто изгибаются, внезапно меняют мощность, причудливо разветвляются и т. п.

В свое время (1937) автор высказал предположение, что и в южной части Верх-Исетского массива возможно открытие жил, подобных Кунаро-Шайдурихинским, и что следует проверить районы в тех частях Урала, где наблюдается сходная геологическая обстановка.

Как известно, работами недавнего времени установлены жилы по южному контакту Верх-Исетского массива, получившие название Свердловского месторождения. В тех участках массива, где контакты его ориентированы приблизительно широтно, наблюдаются жилы, которые в структурном отношении мы можем, повидимому, отождествлять с жилами Кунаро-Шайдурихинского месторождения (см. фиг. 13 и 14).

* * *

В заключение хотелось бы высказать некоторые мысли и соображения, возникшие в процессе составления этой работы.

Еще приступая к работе и сознавая ту высокую ответственность, которая лежит на авторе первого подобного обобщения по различным вопросам геологии Урала, относящимся к выяснению закономерностей золотого оруденения, мы отдавали себе полный отчет в сложности данной работы. Поставленная задача является чрезвычайно обширной и включает много разносторонних тем.

Нет сомнения в том, что попытку этого обобщения по вопросам золотого Урала нужно считать только лишь первым приближением к поставленной цели, в связи с тем, что в области геологии золоторудных месторождений Урала остаются еще неясные и слабо изученные вопросы, несмотря на истекший 200-летний период эксплуатации месторождений.

Обращаясь к истории исследовательских работ, следует с полной определенностью указать, что наиболее ценные разделы наших знаний о золоторудных месторождениях Урала получены трудами исследователей Советского периода. Обширные и глубокие работы этого периода не идут ни в какое сравнение с работами дореволюционными.

Нужно подчеркнуть, что крупные достижения в деле эксплуатации месторождений чрезвычайно плодотворно отразились на успехах научно-исследовательских геологических работ.

Заканчивая на этом изложение своей темы, автор с сожалением отмечает, что он не имел возможности осветить еще два важных раздела геологии золоторудных месторождений Урала, а именно: явления околожилных изменений и явлений вторичной зональности, в связи с недостаточными данными исследований. Хотя эти вопросы находятся в настоящее время в стадии разработки, автор не считал возможным ожидать завершения исследований.

Отсутствие в этой работе данных по процессам околожилных изменений, весьма разнообразных, не позволило автору привести в настоящее время изложение более или менее полной теории образования жильных месторождений Урала, что он надеется выполнить в будущем.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
История исследования	—
1. Приуроченность месторождений золота к осевым геологическим зонам и интрузивным комплексам	5
2. Минералогическая характеристика золоторудных месторождений	11
3. О формировании рудных кварцевых жил	17
4. О метаморфизме золоторудных месторождений	20
5. Структуры рудных жильных полей и закономерности локализации оруденений	21

Отв. редактор канд. гео-мин. наук *А. П. Перясов*.

Подписано к печати 5/VIII 1948 г. НС 27735. Печ. л. 3.
Учетно-изд. листов 5. Тираж 1000 экз. Цена 4 руб. Заказ № 117.

5-я типография треста «Полиграфкнига» Огиза при Совете Министров СССР,
Свердловск, ул. Ленина, 47.

Цена 4 руб.

Новая цена
2 Руб. 40 коп