Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени Горного института, том XXII, 1948

Структура вольфрамовых месторождений Кукульбея и его окрестностей

Доц. И. М. Озеров

1. Геологическое строение района

В геологическом строении Кукульбейского хребта и его окрестностей принимают участие древние метаморфические породы, песчаниково-сланцевая свита пермского возраста, песчаниково-конгломератово-сланцевые отложения морской юры (I_1—I_2), древние катаклазированные граниты и молодые изверженные породы, представленные кварцевыми диоритами, гранодиоритами и гранитами.

Толща юрских отложений собрана в складки северо-восточного простирания и осложнена разрывами, совпадающими с направлением складчатости.

Одновременно с формированием складчатых структур в центральной части Тургино-Борзинского антиклинория происходило последовательное внедрение целой серии интрузий гранитного ряда. Среди интрузивных пород выделяются два интрузивных комплекса: варисский и среднекиммерийский.

Варисские интрузивные породы представлены порфировидными грубозернистыми катаклазированными гранитами. Морские юрские отложения нормально залегают на размытой поверхности гранитного массива.

Породы среднекиммерийского интрузивного комплекса прорывают и метаморфизуют песчаниково-сланцевую толщу нижне- и среднеюрского возраста.

Среднекиммерийский интрузивный комплекс представлен двумя фазами — ранней и поздней. По времени проявления обе фазы вулканического цикла весьма близки. Нижний возрастной границей их является средняя юра, верхняя граница близка к верхнеюрскому или нижнемеловому возрасту (табл. 1).

Породы наиболее ранней фазы имеют повышенную основность и меланократовый состав. К ним относятся гранодиориты и кварцевые диориты Белухи, Букука и Белектуя, в которых содержание SiO_2 равняется 62—70%.

Таблица 1

Интрузивные породы Кукульбея и его окрестностей

Основные интрузивные комплексы	Интрузивные породы	Жильные породы	Оруденение
А. Варисский интрузивный комплекс	Грубозернистый порфировидный катаклазированный гранит	Диабаз Авгитовый порфирит	Золото (?)
В. Среднекиммерийский интрузивный комплекс	1. Гранодиорит и кварцевый диорит	Кварцевый порфирит	
а) ранняя фаза	2. Мелко и среднезернистый порфировидный роговообманковобиотитовый гранит Белухи	Кварцевый диорит-порфирит Лампрофир	
	3. Гранодиорит букукинский		
б) поздняя фаза	1. Равномернозернистый порфировидный биотитовый гранит Малого Соктуя	Микрогранит	
	2. Крупнозернистый порфировидный биотитовый гранит Олданды, Белухи	Кварцевый порфир	
	3. Мелко- и среднезернистый биотитовый гранит Антоновой горы	Аплит	
	4. Амазонитовый гранит Этыки	Пегматит	Олово Вольфрам Висмут Молибден Торий Ниобий

Проявление ранней фазы интрузивной деятельности сопровождалось образованием ряда жильных пород от лампрофира до кварцевого диорит-порфирита.

Породы поздней фазы вулканического цикла отличаются повышенной кислотностью (SiO_2 72—77%), содержат значительно меньше цветных минералов, в особенности роговой обманки, и в большинстве своем имеют типичный лейкократовый облик и порфировидное строение. К ним относится: равномернозернистый биотитовый гранит Олданды и Белухи, мелко- и среднезернистый биотитовый гранит Антоновой горы. Все эти разновидности гранита, вероятно, являются фациями одной интрузии.

Подобно интрузии ранеей фазы, они также прорывают и метаморфизуют осадочную толщу нижне- и среднеюрского возраста.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что с интрузиями поздней фазы связано образование жильных пород только аплитового и пегматитового состава.

Поздняя фаза интрузивной деятельности заканчивается образованием амазонитового гранита этыкинского типа.

Нам представляется, что изверженные породы гранитного ряда исследуемого района произошли из одного магматического резер-

вуара. Между гранодиоритом Белухи и лейкократовым гранитом Антоновой горы существуют многочисленные переходные породы, связывающие их в единый комплекс последовательно развивавшегося интрузивного процесса.

Вольфрамо-оловянное оруденение генетически связано с интрузивной деятельностью поздней фазы среднекиммерийского интрузивного комплекса. Рудный процесс развивался последовательно от пневматолитической фазы до гидротермальной деятельности средних и низких температур. Рудные растворы в основном широко использовали трещины в различных интрузивных породах.

2. Структура рудных полей

На развитие структурных элементов отдельных рудных полей оказала влияние структура осадочных и метаморфических пород исследуемого района, условия внедрения и кристаллизации интрузий, отвечающих гранитному ряду.

Интрузивы гранодиорита и гранита, используя структуру вмещающей их песчаниково-сланцевой толщи нижне- и среднеюрского возраста, в каждом отдельном случае имеют свою форму и размеры.

Основная часть интрузивов вытянута вдоль складчатости и может быть отнесена к продольным интрузивам (Букука, Антонова гора, Малый Соктуй и др.). Значительно реже встречаются поперечные интрузивы (Белуха, Этыка). В соответствии с этим развитие трещиноватости в них происходило в различных направлениях и далеко неравномерно. В одном интрузиве хорошо выражены крутопадающие, в другом только пологопадающие трещины, и, наконец, в некоторых те и другие почти в равных соотношениях.

В значительной части интрузивов изверженных пород трещиноватость развита в северо-западном направлении, т. е. не совпадает с общими структурными элементами вмещающей песчаниково-сланцевой толщи и вытянутостью массивов. Поперечная трещиноватость весьма характерна для Олдадинского, Малосоктуевского, Букукинского и других массивов. Продольная трещиноватость, совпадающая со структурными элементами осадочной толщи и вытянутостью интрузивов, хорошо выражена только в Антоновогорском гранитном массиве.

В исследуемом районе внедрение гранитной интрузии в большинстве случаев происходило в уже сформировавшуюся складчатую антиклинальную структуру вмещающих осадочных пород с северо-восточным простиранием. В последних было развито два направления трещин: продольный и поперечный кливаж. Простирание продольного совпадает с направлением оси складки, тогда как поперечный кливаж располагается почти перпендикулярно оси складки. Гранитные интрузивы обычно вытянуты вдоль оси складок. Эти структурные элементы вмещающих пород и наложили свой отпечаток на внутреннюю структуру интрузивов. Первичная полосчатость в них чаще располагается вдоль вытянутости интрузива, т. е. параллельна оси складки. В дальнейшем при остывании гранитной интрузии в ней образовалась отдельность продольного и поперечного направления. Развитие каждого

из указанных направлений трещиноватости в различные стадии формирования интрузива протекало по-разному Но в преобладающем большинстве случаев впоследствии наибольшего своего развития получили трещины поперечного направления. В то же время в таком массиве, как г. Антонова, развитие трещиноватости широко использовало направление первичной полосчатости северо-восточного направления, совпадающего с продольным кливажем антиклинальной складки осадочной толщи и вытянутости интрузива.

Рудные растворы, поступившие из одного и того же глубинного очага, использовали ранее образованные различно ориентированные полсгопадающие и крутопадающие трещины в интрузивах. Песчаниково-сланцевая толща пород всюду служила экраном оруденения и вследствие слабого развития в ней трещиноватости не способствовала проникновению рудных растворов. Последние, если и проникали в сланцы, то только вблизи их контакта с интрузивами. Основной рудовмещающей породой оказались интрузивы гранита и гранодиорита. Образованные в них многочисленные трещины различного направления выполнены жильным кварцем, содержащим вольфрам, олово, молибден, висмут и другие элементы.

Формирование месторождений исследуемого района обязано длительной деятельности единого магматического очага. Месторождения отличаются друг от друга масштабами проявления той или иной фазы минерализации, а также структурой, формой и размерами рудных тел. Начиная от Малого Соктуя и кончая Белухой мы имеем весьма однообразный минералогический состав вольфрамовых и оловянных месторождений. Различие их состоит в том, что в одном случае широко проявлена более ранняя, а в другом более поздняя фаза минерализации. В одном случае структурные особенности соответствующего массива не способствовали проявлению оруденения в широких масштабах, и последнее ограничилось только наиболее ранней фазой. В условиях последовательного раскрытия трещин и их обновления ранняя фаза нередко затушевана более поздней, получившей максимальное развитие.

1. Структура рудного поля Антоновогорского месторождения

Развитие основных структурных элементов в Антоновогорском гранитном интрузиве в основном обязано общим структурным элементам Кукульбея и положению интрузива среди изверженных и осадочных пород района.

Создается впечатление, что Антоновогорская гранитная интрузия, являясь производной глубокого магматического очага, принадлежит к более позднему этапу среднекиммерийского комплекса интрузивных пород гранитного ряда. Она использовала антиклинальную структуру песчаниково-сланцевой толщи среднеюрского возраста.

Антоновогорский гранитный массив вытянут в северо-восточном направлении, что совпадает с общим простиранием складчатости осадочной толщи и многочисленными разрывами сплошности, параллель-

ными складчатости. Он с востока ограничен Олдандинским крупнозернистым порфировидным гранитом и с запада песчаниково-сланцевой толщей среднеюрского возраста.

Гранитный массив протягивается в виде узкой полосы с юго-запада на северо-восток. Вблизи месторождения Алдакачан, расположенного в самой крайней северо-восточной части массива, последний постепенно сужается и уходит под сланцевую толщу К юго-западу от Антоновогорского месторождения размеры массива постепенно увеличиваются и в самой южной оконечности ширина его достигает 1,7 км. Длина массива около 10 км.

Северо-западный контакт гранитного массива с песчаниково-сланцевой толщей пологий (10—50°). Контактовая поверхность — неровная, волнистая. Очень часто в сторону сланцев от основного массива отходят сателлиты и мелкие апофизы.

На юго-востоке массив контактирует с Олдандинским порфировидным крупнозернистым биотитовым гранитом. Граница контакта неясная. Наличие ксенолитов его в граните антоновогорского типа свидетельствует о более позднем образовании последнего. Вблизи контакта Олдандинский гранит сильно трещиноват и напоминает гнейсовидную породу. В этой части в нем хорошо развиты трещины простирания на северо-восток 30—40°, падения на северо-запад под углом 40—50°

В мелко- и среднезернистом граните на контакте с Олдандинским массивом скопления биотита следуют вдоль контакта в виде узких полосок.

В Антоновогорском граните часто можно встретить ксенолиты сланцев, почти нацело замещенных и превращенных в кварцево-слюдистую породу.

Внедрение Антоновогорской гранитной интрузии произошло вдоль контакта Олдандинского крупнозернистого порфировидного гранита с песчаниково-сланцевой толщей. Возникшая первичная полосчатость внутри интрузива, очевидно, оказала влияние на возникновение отдельности и дальнейшее развитие трещиноватости.

Если в Олдандинском гранитном массиве трещинообразование охотно развивалось исключительно в северо-западном направлении, то в пределах Антоновогорского интрузива наиболее хорошо выражены трещины северо-восточного простирания.

В периферической части гранитного интрузива трещиноватость наиболее развита. Трещины сближены. Расстояние между ними нередко измеряется несколькими сантиметрами. При этом характерно, что кулисообразное расположение трещин именно свойственно периферической части массива. Трещины сравнительно короткие с извилистыми стенками.

В центре массива и ближе к восточному контакту трещины прослеживаются в длину на сотни метров без перерыва. Они прямолинейны, хорошо развиты и стенки их имеют более гладкую ровную поверхность. Расстояние между трещинами заметно увеличивается — от 3 м до 10 м и более. Кулисообразное расположение трещин, если и встречается, то значительно реже.

Антоновогорское месторождение приурочено к небольшому куполу гранитного массива. В пределах известной площади рудного поля месторождения удалось выделить следующие основные системы трещин:

1) пологопадающие трещины;
2) крутопадающие трещины без перемещений:
а) северо-восточного простирания,
б) северо-западного простирания;
3) крутопадающие трещины повторного раскрытия;
4) крутопадающие трещины смещения.

1. Пологопадающие трещины

Первичная горизонтальная отдельность в массиве гранита возникла в момент охлаждения интрузива. Контакт песчаниково-сланцевой толщи с гранитом, как это установлено горнобуровыми выработками, пологий, близкий к горизонтальному. Параллельно поверхности контакта в граните происходило образование отдельности, которая затем, при дальнейшем развитии, способствовала возникновению трещин пологого залегания.

Простирание трещин данной системы на северо-запад 340—355°, падение на юго-запад под углом 10—20°

Это направление трещиноватости не получило в дальнейшем широкого развития. Несмотря на то, что эти трещины вполне отчетливо выражены и прослеживаются на большие расстояния и фактически захватывают весь массив, раскрытие их в ширину не превышает 1—3 см. Вследствие этого их влияние на распределение оруденения оказалось ничтожно малым. Лишь изредка можно наблюдать тонкие проводники или прожилки кварца, выполняющие трещины данного направления.

2. Крутопадающие трещины без перемещений

Внутри гранитного интрузива в момент его остывания происходило образование не только горизонтальной, но и вертикальной отдельности с последующим развитием ее в трещины крутого падения. В пределах массива довольно отчетливо выделяются два направления трещин:

1) северо-восточное и
2) северо-западное.

Трещины простирания на северо-восток 30—50°, падения на северо-запад под углом 80—85° получили исключительно широкое развитие в интрузиве. Они развивались нормально к поверхности горизонтального ограничения интрузива и в основном использовали направление первичной полосчатости, возникшей в интрузиве вдоль контакта его с Олдандинским гранитным массивом и песчаниково-сланцевой толщей.

В дальнейшем развитие трещиноватости, естественно, охотнее использовало это направление. Трещины простирания на северо-восток 30—50° следуют параллельно одна другой. Располагаются они весьма

близко. В некоторых местах на 1 погонный метр приходится более 10—20 мелких волосных трещин. Более развитые трещины отстоят друг от друга реже. Расстояние между ними колеблется от 3 до 10—20 м. Но и такая густота расположения трещин необычна для гранитов Кукульбея. В пределах Антоновогорского массива на площади около двух квадратных километров насчитывается более 150 крупных хорошо развитых жильных трещин, выполненных рудным веществом. В отдельных участках расстояние между жилами не превышает 1—2 м.

Для кварцевых жил, приуроченных к трещинам данного направления, характерно кулисообразное расположение. Одна кулиса заходит за другую и сменяет ее по простиранию и по падению. Таким образом, в большинстве случаев трещины имеют прерывистое строение по простиранию и падению. Но и в этом случае они сохраняют господствующее северо-восточное направление. Расстояние между соседними кулисами крайне непостоянно. В одном случае они тесно соприкасаются друг с другом, в другом отстоят в 2—5 м и даже больше. Каждая такая кулиса имеет линзовидную форму с заметным увеличением мощности в центре и постепенным выклиниванием на концах.

Некоторые из них по простиранию соединены между собой волосной трещиной, имеющей на поверхности вид тонкого едва заметного шва. В длину отдельная кулиса прослеживается на 50—100 м и больше. Чаще всего кулисы расположены сближенно. Они приурочены к узким 5—10 м полосам северо-восточного простирания. Подобные полосы обычно следуют параллельно одна другой и проходят через весь гранитный массив рудного поля Антоновогорского месторождения. Они отличаются лишь только размерами. От кварцевой жилы в сторону висячего и лежачего бока часто отходят мелкие апофизы кварца.

Вследствие различных свойств гранита и сланцев в последних развитие трещиноватости приняло несколько более сложный характер. Сланцы на контакте с гранитом изобилуют мелкой системой трещин. Кроме основного, хорошо развитого в них направления трещиноватости, имеется еще сеть мелкой трещиноватости веерообразного строения. От главной трещины северо-восточного простирания в сторону отходят мелкие, сближенно расположенные трещины. Частые пережимы и расширения весьма характерны для них.

Трещины северо-западного простирания. Нормально к первичной полосчатости и трещинам северо-восточного направления в интрузиве происходило развитие поперечных трещин северо-западного простирания 320—350°, с падением на северо-восток под углом 80—85°.

Эта система трещин получила слабое развитие. В большей своей части это закрытые трещины. Едва заметные расширения их мы наблюдаем в местах сопряжения с трещинами северо-восточного простирания. И лишь только в некоторых случаях, о чем более подробно будет сказано несколько позднее, это направление трещиноватости было использовано сбросовыми нарушениями.

Трещины обычно прямолинейные. Стенки ровные и плотные. Ширина трещин незначительная, от нескольких миллиметров до 2—5 см и, как исключение, больше. В некоторых местах трещины весьма сбли-

жены. Вдоль трещин наблюдается слабое развитие светлой слюды — результат грейзенизации гранита.

Эта система трещин в преобладающем большинстве не оказала никакого влияния на распределение оруденения. Они безрудны и лишь только в местах сопряжения их с трещинами северо-восточного простирания заметны тонкие кварцевые проводники и короткие апофизы кварца основной жилы.

3. Крутопадающие трещины повторного раскрытия

Трещины без перемещения северо-восточного простирания в некоторых случаях неоднократно обновлялись. Это особенно ярко выражено в юго-восточной части месторождения вблизи контакта биотитового мелко- и среднезернистого гранита с Олдандинским порфировидным гранитом. Повторное приоткрывание трещин нередко сопровождалось подвижками. Последние происходили вдоль трещин как до проявления оруденения, так и после формирования кварцево-вольфрамитовых жил. Амплитуда смещения небольшая (1—5 м).

В целом ряде мест мы наблюдаем затертые, слегка сглаженные по краям небольшие обломки жильного кварца и грейзенизированного гранита среди глинистых примазок, сопровождающих жилу низкотемпературного кварца со стороны висячего или лежачего бока.

Иногда можно видеть, как полоска дробленого высокотемпературного кварца располагается в висячем или лежачем боку жилы более позднего происхождения.

Полосчатое строение жил и исключительная трещиноватость кварца более раннего образования характерна для жил некоторых участков месторождения.

Довольно часто жила высокотемпературного кварца сопровождается по бокам белым кварцем или халцедоном или сечется ими. Явления замещения одного типа кварца другим в юго-восточном участке месторождения пользуются исключительным распространением.

Следовательно, процесс раскрытия трещин был весьма длительным. Он начался задолго до проявления рудной минерализации, сопровождал таковую и продолжался значительно позднее. Расширение трещины нередко сопровождалось подвижками в вертикальном направлении, что оказало влияние и на строение рудных жил.

4. Крутопадающие трещины смещения

Первичная трещиноватость северо-западного простирания при дальнейшем расширении привела к явлениям смещения блоков вмещающих пород.

Первые такие смещения, вероятно, возникли задолго до появления оруденения, так как трещины были частично использованы дайками аплита и микрогранита, имеющими северо-восточное простирание.

Смещения затем повторялись в более раннюю стадию рудного процесса. Жилы высокотемпературного кварца местами разбиты густой сетью крутопадающих трещин северо-западного направления.

В этот момент, если смещения и происходили, то ограничивались сравнительно небольшой амплитудой.

Наибольшего своего развития трещины получили по окончании рудной минерализации, в результате чего возникли крупные сбросовые зоны северо-западного направления. Последние представляют собой серию мелких, сближенных, несколько извилистых, заходящих друг за друга и взаимно пересекающихся трещин. Возникновение таких зон скорее всего было обязано сближенному расположению мелких трещин. Ширина таких зон колеблется от 3 до 7—8 м. Амплитуда смещения в этом случае измеряется несколькими метрами.

В восточной части месторождения устанавливается крупное смещение, обрезающее на востоке рудное поле Антоновой горы. Оно прослеживается от жилы № 129 на юге до жилы № 38 на севере, т. е. на протяжении более чем 1000 м. Мощность измененных пород 5—7 м. Гранит брекчирован. Брекчии его грейзенизированы. Среди брекчии в большом количестве встречаются обломки высокотемпературного кварца с вольфрамитом. В свою очередь брекчии гранита, сланца и высокотемпературного кварца цементируются халцедоном. Затем все это снова подвергалось дроблению и сцементированию флюоритом желтого и зеленого цвета.

Восточное смещение оказало существенное влияние на характер трещин северо-восточного простирания. Последние вблизи его оказываются несколько загнутыми к северу. Все рудные жилы, приуроченные к трещинам северо-восточного направления, выклиниваются вблизи смещения.

Восточное смещение является границей рудного поля Антоновогорского месторождения. Обилие свалов рудного кварца к востоку от него, а также наличие здесь жил кварца с вольфрамитом свидетельствуют о продолжении оруденения и на восток за пределами данного смещения.

Аналогичное смещение имеется и на западе в месте выклинивания жил № 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21.

В канаве № 5, в 90 м на юго-восток от жилы № 19, вскрыта зона нарушения мощностью до 3 м. Она целиком проходит в двуслюдистом граните. Простирание ее северо-запад 300—310°, падение на северо-восток (?) под углом 70—80° Гранит брекчирован. Со стороны висячего бока нарушения гранит превращен в дресву. Он сильно грейзенизирован. Брекчии гранита сцементированы халцедоном. Среди измененного гранита встречается жильный кварц гребенчатой текстуры и халцедон.

Внутри рудного поля параллельно крупным зонам нарушения происходило образование сбросов сравнительно небольшой амплитуды смещения. Таких сбросов насчитывается довольно много, но они не получили большого развития и прослеживаются в длину от нескольких десятков метров до 100—200 м, редко больше.

Наибольшее свое развитие они получили в северо-восточной части рудного поля, где одна и та же жила нередко разбита системой близрасположенных сбросовых трещин, придающих жиле ступенчатый характер.

Вдоль такого сброса вмещающие породы раздроблены, смяты, перетерты и несколько увлажнены. Мощность измененных пород далеко не всегда одинакова. В одном случае она не превышает 0,5 м, в другом достигает 2—3 м.

Сбросовые трещины строго вытянуты в одном направлении. Простирание их северо-запад 320—350°, падение на северо-восток и юго-запад под углом 45—85°, что соответствует элементам залегания восточного нарушения.

Сбросовые трещины в большинстве своем безрудные и лишь только в некоторых случаях они были использованы рудными растворами и в них происходило отложение низкотемпературного кварца, халцедона, флюорита и кальцита.

В заключение следует отметить, что изобилие параллельных сближенных трещин в гранитном массиве Антоновой горы способствовало интенсивной грейзенизации апикальной части его в раннюю стадию проявления гидротермального процесса. Гранит биотитового состава, в местах наибольшей трещиноватости претерпел значительные изменения. Полевой шпат и биотит почти нацело оказались метасоматически замещенными кварцем и мусковитом. В результате на месте биотитового гранита образовался мусковитовый гранит, близкий по своему составу к грейзену.

Общая грейзенизация гранита была дополнена околожильной грейзенизацией. Таким образом, ореол грейзенизации захватывает всю приконтактовую поверхность гранитного массива со сланцами.

Граница ореола грейзенизации на глубину точно не установлена. Пробуренные скважины в северо-западной части месторождения свидетельствуют о постепенном ослабевании грейзенизации с глубиной и неровной поверхности самого ореола грейзенизации. Мощность его вариирует от 40 до 90 м.

2. Структура рудного поля месторождения Букука

В геологическом строении месторождения Букука принимают участие метаморфизованные песчаники, конгломераты и сланцы нижне- и среднеюрского возраста, древний катаклазированный порфировидный гранит и изверженные породы среднекиммерийского интрузивного комплекса, кварцевые диориты, гранодиориты и граниты.

Древний гранит занимает обширную площадь к западу от месторождения. На размытой поверхности его нормально залегают юрские отложения ($J_1 - J_2$).

Кварцевый диорит в виде крупного интрузивного тела располагается в западной части рудного поля на контакте гранита с гранодиоритом. Взаимоотношение его с гранитом неясно, тогда как с гранодиоритом устанавливается эруптивный контакт.

Гранодиорит занимает центральную часть рудного поля месторождения Букука. Гранодиоритовый массив вытянут в северо-восточном направлении. Внедрение интрузии произошло вдоль контакта гранита с комплексом песчаниково-сланцевых отложений юрского возраста. Западный его контакт с древним гранитом крутой, восточный (с осадочной толщей пород) сравнительно пологий (45—60°).

Среди жильных пород наибольшим распространением пользуется кварцевый порфирит, кварцевый диорит-порфирит и значительно реже встречаются жилы аплита и пегматита.

Породы песчаниково-сланцевой толщи морской юры, слагающие район месторождения Букука, собраны в складки северо-восточного простирания, с опрокидыванием на северо-запад. Складчатые формы осложнены многочисленными разрывами северо-восточного направления, которые в ряде случаев послужили удобными путями для поднятия магмы в последующее время. К одному из таких разломов, веорятно, и приурочено внедрение интрузии гранодиоритового состава. Наличие крупных ксенолитов кварцевогро диорита среди гранодиорита букукинского типа свидетельствует о более позднем образовании последнего.

Рудные растворы в основном использовали многочисленные трещины, возникшие в гранодиоритовом интрузиве.

В структурном отношении рудное поле месторождения Букука отличается сложными и разнообразными формами трещинообразования в массиве гранодиорита. Наибольшим распространением пользуются крутопадающие трещины в комбинации с пологопадающими. Значительно реже встречаются участки мелкосетчатой трещиноватости штокверкового типа.

В генетическом отношении из общего числа разнообразного вида трещиноватости в гранодиоритовом массиве можно выделить две основные системы трещин:

1) пологопадающие,
2) крутопадающие:
а) трещины без перемещений,
б) трещины повторного раскрытия,
в) сбросовые трещины.

Распределение оруденения и формирование месторождения в целом находится в прямой зависимости от последовательности образования и развития соответствующей системы трещин в гранодиоритовом массиве и от их размеров. На развитие трещиноватости в гранодиоритовом интрузиве значительное влияние оказал волнистый характер кровли песчаниково-сланцевой толщи пород. В момент остывания гранодиоритового интрузива в нем происходило образование отдельностей различного направления. В дальнейшем шло раскрывание последних и превращение их в трещины пологого и крутого падения. При этом характерно, что в апикальной части массива образовывались трещины почти горизонтальные и пологие, следующие вдоль контакта его с песчаниково-сланцевой толщей пород.

Вблизи контакта с осадочными породами в гранодиорите местами шло раскрытие отдельностей с превращением их в трещины мелкосетчатой структуры штокверкового типа.

Раскрытие отдельностей и превращение их в трещины носило длительный характер и сопровождалось неоднократным проявлением магматических растворов. В результате мы имеем весьма разнообразные формы и размеры рудных тел, сложные взаимоотношения и смена на глубине пологопадающих жил крутопадающими.

1. Пологопадающие трещины. По мере остывания гранодиоритового интрузива в апикальной части его, параллельно поверхности охлаждения происходило образование отдельности. При дальнейшем раскрывании одно из направлений отдельности оказалось превращенным в трещины пологого залегания. Развитие последних мы наблюдаем только в куполе массива, где они, располагаясь концентрически, образовали серию сближенных пологопадающих трещин, обращенных выпуклой стороной к поверхности массива. Возникновение скорлуповатой структуры трещиноватости обязано прежде всего неровной поверхности контакта песчаниково-сланцевой толщи пород с гранодиоритом.

Выступы сланцевой кровли в момент остывания гранодиоритового интрузива способствовали зарождению и развитию параллельных скорлуповатых трещин, строго отвечающих конфигурации контакта вмещающих пород. Этим, вероятно, и объясняется воронкообразная форма трещин, образованных в сводовой части интрузива или в условиях пологого контакта его с вмещающими породами. Чем больше была поверхность соприкосновения выступов кровли с гранодиоритовым интрузивом, чем больше выдавался выступ кровли и чем глубже он входил в интрузив, тем, повидимому, интенсивнее шло развитие скорлуповатой структуры трещин. Крупные выступы с полого скошенными краями кровли способствовали развитию трещин пологого падения веерообразного строения. О том, что развитие трещиноватости совпадает с общими контурами вдавленной части кровли, говорит такой факт, как элементы залегания и, в первую очередь, угол падения пологопадающих трещин в центральной части гранодиоритового массива. Здесь мы имеем трещины северо-восточного простирания с падением на юго-восток, северо-западного простирания с падением на юго-запад и простирания близкого к широтному с углами падения 10—25° При этом характерно, что с глубиной угол падения многих трещин резко возрастает. Уже на глубине 75—80 м по вертикали угол падения жилы № 3, приуроченной к данной системе трещин, достигает 55° вместо 15—20° вблизи поверхности. С глубиной пологопадающая система трещиноватости затухает и сменяется трещинами крутого падения. Это особенно ярко выражено в разрезе № 18 и на горизонте капитальной штольни.

Поверхность трещин данного типа извилистая. Сами трещины имеют кулисообразное строение, сближены, соединены друг с другом серией мелких промежуточных трещин. Последние так же, как и основные пологопадающие трещины, нередко выполнены жильным кварцем, что придает весьма сложный характер строению жил.

В пределах одной и той же жилы наблюдаются две-три основные ветви, идущие параллельно одна другой и соединенные между собой тонкими прожилками кварца. Переход одной ветви в другую через эти кварцевые проводники постепенный. Расстояние между ветвями колеблется от 2 до 3 и реже до 5—10 м. Жилы № 3, 4, 6, 7 и другие, приуроченные к данной системе трещин, не несут следов перемещения в плоскости падения. Кварцевые жилы, использующие данную систему трещин, содержат высокий процент вольфрама, молибдена и висмута.

2. Крутопадающие трещины. Крутопадающие трещины без перемещений получили развитие за счет одного из направлений отдельности, возникшей в момент охлаждения гранодиоритового интрузива.

Трещины северо-восточного простирания соответствуют общей вытянутости интрузива. Наиболее ярко они выражены в западной части его вблизи крутого контакта с кварцевым диоритом и древним гранитом. В центральной части и на востоке, в условиях пологого контакта с песчаниково-сланцевой толщей пород, крутопадающие трещины не получили широкого развития.

Трещины северо-западного и близкого к широтному простирания пользуются исключительным распространением. Возникновение их, повидимому, обязано общей структуре исследуемого района. Гранодиоритовый массив Букука расположен в пределах Тургино-Борзинского антиклинария и находится вблизи линии перегиба шарниров складок, имеющей северо-западное направление. Развитие трещиноватости не ограничивалось периферической частью интрузива, оно происходило в центре массива, в более глубокой части его, в значительном удалении от контакта его с песчаниково-сланцевой толщей.

Возникновение и развитие трещин пологого и крутого падения происходило одновременно. Пологопадающие трещины, хорошо развитые в апикальной части массива, с глубиной сменяются крутопадающими трещинами.

Там, где жилы кварца заметно меняют угол падения в сторону крутизны, мы наблюдаем сопряжение двух систем трещин, выполненных одним и тем же сероватым крупнокристаллическим высокотемпературным кварцем, содержащим вольфрамит и молибденит. Возможно, что крутопадающая система трещин служила подводящими каналами и, с другой стороны, подобно пологопадающим была использована рудными растворами и выполнена рудным веществом.

Развитие крутопадающих трещин, вероятно, происходило на всем протяжении рудного процесса, что способствовало образованию в различные стадии самостоятельных жил молибденита, висмутинита и вольфрамита.

3. Крутопадающие трещины повторного раскрытия пользуются довольно большим распространением. Их возникновение в значительной степени обязано последовательному расширению и обновлению ранее образованных трещин в гранодиорите. Раскрытие крутопадающих трещин без перемещений, повидимому, происходило постепенно и сопровождало весь рудный процесс. Многократные мелкие движения постепенно разрабатывали трещины и создавали листоватость в гранодиорите, совпадающую с общими элементами залегания трещин. В результате в гранодиорите создалась тонкополосчатая текстура. Раскрывание не всегда захватывало всю трещину, чаще всего оно носило локальный характер. Этим, вероятно, и объясняется линзовидное и четковидное строение таких кварцевых жил, как Мачеха, Озерная и другие. С другой стороны, распределение жильного кварца происходило вдоль листоватости гранодиорита, что обусловило образование маломощных прожилков кварца, параллельно расположенных в висячем боку той же жилы.

О том, что процесс раскрывания трещин был длительным, свидетельствует наличие в ряде мест мощных зон листоватого гранодиорита, измененного последующими гидротермальными растворами. Зона околожильных изменений в гранодиорите около таких жил, как Мачеха, № 37 и другие, достигает 10 м мощности. Постепенное разрабатывание трещин привело к большой протяженности по простиранию трещин повторного раскрытия. Длина их колеблется от 300 до 1 000 м и более, тогда как трещины без перемещений обычно прослеживаются по простиранию на 200—300 м.

По мере приоткрывания трещин в них устремлялись рудные растворы, которые метасоматически замещали тонко разлистованный гранодиорит, выполняли жильную трещину или цементировали брекчии жильной массы, образованной в раннюю фазу рудопроявления.

Среди жильного кварца нередко содержатся захваты гранодиорита, включения узких полос тонкослоистой окварцованной породы темносерого цвета.

Поясовая текстура весьма характерна для рудных жил, приуроченных к крутопадающим трещинам повторного раскрывания. Чередование полос кварца с полосками измененного гранодиорита и сульфидами довольно резко выражено в жиле Мачеха, Озерная и других.

С другой стороны, распределение жильного кварца в пределах такой трещины принимает характер линзовидных тел, вытянутых по простиранию. Такие линзы часто разобщены между собой мощными участками окварцованной породы, состоящей из кварца и мелкочешуйчатого мусковита.

С этим типом трещин связано образование таких жил, как Мачеха, Озерная, Неназванная, № 13, № 37 и других, отличающихся повышенным содержанием сульфидов и сравнительно небольшим количеством вольфрама почти при полном отсутствии молибдена и висмута.

4. Крутопадающие сбросовые трещины. Крутопадающие сбросовые трещины в гранодиорите получили широкое развитие по окончании рудного процесса. Они прежде всего использовали трещины повторного раскрытия северо-западного и близкого к широтному простирания и крутого падения. Развитие их шло главным образом за счет расширения и удлинения трещин повторного раскрытия. Нередко сбросовая трещина использует рудные жильные трещины. В этом случае среди дробленой, смятой и разлистованной породы, выполняющей сбросовую трещину, содержится дробленый рудный кварц. Обычно в большей своей части сбросовые трещины выполнены халцедоном и флюоритом.

В результате развития сбросовых трещин участок, прилегающий к вершине горы Букука, оказался разбитым на ряд глыбовых полос, вытянутых в широтном или близком к нему направлении. В пределах центральной части рудного поля довольно отчетливо выделяются сбросы № 1, 2, 3, 4 и 5, имеющие простирание, близкое к широтному.

Кроме основных сбросов имеется целый ряд мелких нарушений северо-восточного и северо-западного простирания с падением на юго-восток и юго-запад под углом 80—85° Они или безрудны или выполнены халцедоном и флюоритом.

5. Штокверковый тип трещиноватости. Штокверковый тип трещиноватости приурочен к восточному контакту гранодиоритового массива с песчаниково-сланцевой толщей пород. Вдоль сравнительно пологого контакта (40°) в виду неровной контактовой поверхности песчаниково-сланцевой толщи с гранодиоритом, в последнем возникла густая мелкая трещиноватость пологого и крутого падения. Сланцевая кровля гранодиоритового интрузива оказалась менее трещиноватой, тогда как гранодиорит в этой части изобиловал серией мелких трещин различного направления.

В пределах разрезов № 18 и 19 отчетливо выделяются три основных морфологических типа рудных тел: 1 — штокверковый, 2 — пологопадающие жилы, 3 — крутопадающие жилы. Мелкие трещины в гранодиорите выполнены жильным кварцем. Площадь штокверка составляет около 0,2 кв. км. Среди штокверка имеются пологопадающие и крутопадающие жилы.

Пологопадающие жилы следуют вдоль контакта. Падение их колеблется от 10—40° на юго-восток. Через серию мелких апофиз они соединяются с крутопадающими жилами. На глубине 15—20 м по вертикали они исчезают и сменяются крутопадающими жилами. Вмещающий гранодиорит интенсивно грейзенизирован и пронизан серией мелких прожилков и жил кварца. Сланцевая кровля служила экраном.

Штокверковый тип от всех известных рудных участков резко выделяется своей минерализацией.

Прежде всего отличие его заключается в составе грейзена. Последний представлен мелкозернистой кварцево-мусковитовой породой, содержащей флюорит и в небольшом количестве пирит. Околожильные изменения сопровождаются образованием топазосодержащего грейзена. Минералогия руд здесь весьма богата: кварц, флюорит, мусковит, топаз, пирит, вольфрамит, молибденит, висмутинит, шеелит, пирротин, халькопирит, сфалерит и галенит.

3. Структура рудного поля месторождения Белуха

Структура рудного поля Белухинского месторождения заметно отличается от известных вольфрамо-оловянных месторождений данного района. На первый взгляд она кажется простой, тогда как образование и развитие трещиноватости происходило здесь в сложной структурной обстановке вмещающих интрузив породах. Простирание песчаниково-сланцевой толщи пород (I_1—I_2) северо-восток 50—60°. В то же время интрузивы вытянуты в северо-западном или близко к широтному направлении, соответствующем направлению линии перегиба шарнира складки. В пространство, занятое гранодиоритовым интрузивом, последовательно поступали диференцированные расплавы, отвечающие составу мелкозернистого и крупнозернистого гранита. Большинство из них по отношению к складчатому комплексу являются поперечными. Длинная ось их перпендикулярна направлению складчатости.

Развитие трещиноватости в массивах и формирование месторождения, очевидно, обязано общим структурным элементам осадочных

пород района, условиям внедрения интрузии, форме, размерам интрузивов и их контактовым взаимоотношениям с песчаниково-сланцевой толщей пород.

На развитие трещиноватости существенное влияние оказало направление истечения магмы. Основная трещиноватость в гранодиорите и гранитах совпадает с общей вытянутостью массивов. Поражает то обстоятельство, что хорошо развитые трещины линейно выдержаны по простиранию и падению и прослеживаются на сотни метров без видимых признаков затухания. Они так же хорошо развиты в гранодиорите, как и в гранитах. Трещины без видимых признаков изменения переходят из гранодиорита в гранит, несмотря на различие во времени их образования. Это лишний раз подчеркивает, что на возникновение и развитие их оказали влияние одни и те же факторы — трещинный характер интрузии.

Весьма характерно, что гранодиорит более трещиноват, чем например, крупнозернистый гранит. Не менее важно и то обстоятельство, что трещины в гранодиорите получили наибольшее развитие в северной части интрузива.

Как для гранодиорита, так, и гранита характерна крестообразная трещиноватость. Скрещение различно ориентированной трещиноватости приходится на более выпуклую часть интрузивов. Вершина горы Белуха является как бы фокусом скрещения трещин основного простирания: северо-запад 300—330°, северо-запад 340—350° Именно от этого места трещины расходятся веером на северо-запад и юго-восток. В этом направлении гранодиорит и гранит испытывали наибольшее внутреннее напряжение.

Обращает внимание затухание трещиноватости в гранодиоритовом массиве по направлению на юг от вершины горы Белуха. Ближе к контакту с песчаниково-сланцевой толщей трещиноватость в гранодиорите слабо выражена и жильный кварц встречается редко. Возникшие напряжения в гранодиоритовой интрузии в момент ее внедрения и остывания самого интрузива были сосредоточены в северной части рудного поля в условиях крутого контакта. При быстром и глубокозаходящем отвердевании интрузива в краевых частях его, особенно в условиях крутопадающего контакта, трещиноватость развивалась весьма охотно.

Развитие трещиноватости наиболее легко можно проследить в гранодиоритовом интрузиве. В основном процесс трещиноватости развивался последовательно и распадается на три этапа.

Первый этап совпадает с внедрением и остыванием гранодиоритового интрузива. В соответствии со структурными элементами песчаниково-сланцевой толщи пород, направлением истечения магмы, формой и размерами интрузива в последнем возникла отдельность северо-западного направления (300—330°) крутого и пологого падения на юго-запад.

Отдельность пологого падения получила развитие только в апикальной части интрузива в условиях пологого контакта массива с вмещающей толщей пород. Она отчетливо выражена на южном склоне горы Белуха, где гранодиорит имел сравнительно пологий контакт с осадочной толщей пород. Дальнейшее развитие ее не получило широкого

распространения в глубь массива. Пологопадающая трещиноватость (15—30°) хорошо развита вблизи контакта. С удалением от него в глубь массива заметно постепенное ослабевание трещиноватости. Если таковая и имеется, то трещины слабо развиты и в большинстве случаев закрытые. В то же время в куполовидной части массива пологопадающие трещины неправильного строения, ветвеобразные, короткие, одна сменяется другой и расположены кулисообразно. Они не прослеживаются на большие глубины и с глубиной сменяются хорошо развитыми крутопадающими трещинами.

Одновременно с этим в интрузиве, повидимому, возникла отдельность, а затем и трещиноватость простирания северо-запад 300—330°, падения на юго-запад под углом 65—80° и северо-восток 20—50°, падения на юго-восток под крутым углом.

Второй этап характеризуется постепенным и длительным развитием отдельности, главным образом северо-западного направления и образования крутопадающих трещин значительной протяженности по простиранию и падению. Трещины линейно выдержаны, расположены сближенно и кулисообразно. Гранодиорит в плоскости простирания и падения трещины оказался интенсивно разлистованным и по внешнему виду напоминает сланцевую породу. Зона разлистования гранодиорита колеблется от 10 см до 1—2 м и реже больше.

Возникающие в массиве напряжения способствовали превращению гранодиорита в тонкую породу со сланцеватой параллельностью. Оно могло получить широкое развитие, повидимому, при условии слоистого истечения магмы.

В то же время трещины северо-восточного направления не получили здесь должного развития. Они оказались закрытыми и плотно притертыми.

Второй этап развития трещиноватости создал весьма благоприятные условия для проникновения в более позднее время рудных растворов. Последние главным образом использовали хорошо выраженную трещиноватость северо-западного простирания. В значительной своей части это были открытые трещины. Однако развитие их продолжалось в период рудного проявления и даже по окончании его.

Трещины северо-восточного простирания лишь только частично, в местах сопряжения с первой системой трещин подвергались выполнению рудным веществом и послужили образованию тонких кварцевых прожилков.

Третий этап развития трещиноватости в гранодиорите, повидимому, совпал с общими напряжениями, возникающими в складчатой структуре Тургино-Борзинского антиклинария. Параллельно общим линиям тектонических нарушений северо-восточного направления, так хорошо выраженным в песчаниково-сланцевой толще пород, в гранодиоритовом интрузиве ранее слабо развитые трещины северо-восточного простирания подверглись дополнительному развитию. Возникшие перемещения вдоль трещин данного направления привели к дроблению и смещению ранее образованных кварцевых жил северо-западного простирания. Амплитуда смещения местами достигла 3—5 м и более. Одновременно с этим происходило частичное обновление и развитие трещин северо-запад 300—330°

Обе эти системы трещин в дальнейшем были использованы рудными растворами эпитермальной фазы. Они оказались заполненными жилами и прожилками халцедона и флюорита. Последние местами также подверглись дроблению и смещению.

Среди интрузивных пород, слагающих рудное поле месторождения Белуха, устанавливается следующее господствующее направление трещиноватости:

1) пологопадающие трещины;
2) крутопадающие трещины без перемещений;
3) крутопадающие трещины повторного раскрытия;
4) крутопадающие трещины смещения:

а) простирания северо-запад 300—350° с падением на юго-запад или северо-восток под углом 45—80°;

б) меридионального или близкого к нему простирания с падением на запад или на восток;

в) простирания на северо-восток 20—80° с падением на северо-запад или юго-восток под углом 35—80°;

5. мелкосетчатая структура штокверкового типа.

1. Пологопадающие трещины

Пологопадающие трещины имеют весьма ограниченное распространение. Они хорошо выражены в центральной части месторождения, на южном склоне горы Белуха.

Возникшая в гранодиорите первичная пологопадающая отдельность соответствовала поверхности контакта гранодиорита с песчаниково-сланцевой толщей. Трещины эти имеют простирание северо-запад 300—330°, падение на юго-запад под углом 15—30°. В основном это мелкие, слабо развитые трещины, сближенно расположенные. По простиранию они короткие и одна трещина быстро сменяется другой, имея кулисообразное строение.

Данная система трещин пересекается крутопадающими трещинами. Как те, так и другие были использованы рудными растворами и выполнены высокотемпературным кварцем.

Жилы, приуроченные к пологопадающим трещинам, имеют сложное строение. Нередко от основной жилы в сторону висячего и лежачего бока отходят тонкие апофизы. Жилы в этом случае представлены несколькими кулисами, заходящими друг за друга. Местами последние следуют параллельно одна другой и соединены между собой тонкими проводниками кварца. Со стороны лежачего бока таких жил подходит серия тонких крутопадающих кварцевых прожилков.

2. Крутопадающие трещины без перемещений

Крутопадающие трещины встречаются как в гранодиорите, так и в гранитах. В пределах гранодиоритового массива эта система трещин распределяется довольно равномерно, но чаще всего и лучше она развита в его северо-восточной части.

Крутопадающие трещины имеют простирание широтное и меридиональное, падение на юг и юго-запад под углом 50—85°

Среди них по элементам залегания можно выделить три группы:

а) простирание северо-запад 300—335°, падение на юго-запад под углом 60—85°;

б) широтные или близкого к широтному простирания 270—300°, падение на юго-запад под углом 60—80°;

в) меридиональные или близкого к меридиональному простирания, падение на запад и юго-запад под углом 50—85°.

а) Трещины северо-западного простирания

При внедрении гранодиоритовая интрузия использовала структурные элементы осадочной толщи пород. Вдоль вытянутости интрузива и его первичной полосчатости в нем при остывании возникли крутопадающие трещины северо-западного простирания

Система трещин простирания северо-запад 300—330°, падения на юго-запад под углом 60—85° встречается очень часто в гранодиорите, реже в мелкозернистом граните и еще реже в крупнозернистом порфировидном биотитовом граните.

В гранодиорите она лучше всего развита на восточном и юго-восточном склонах горы Белуха.

В мелкозернистом роговообманково-биотитовом граните трещиноватость северо-западного направления не получила широкого развития. Лишь только крупные трещины, развитые в гранодиорите, переходят из последнего в мелкозернистый гранит без изменения элементов залегания.

В крупнозернистом порфировидном лейкократовом граните трещины указанного направления чаще встречаются на западном склоне горы Белуха.

Трещины данного направления сближенно располагаются и следуют параллельно, причем нередко обнаруживается их кулисообразное строение. В последнем случае одна ветвь далеко заходит за другую. Расстояние между соседними кулисами крайне непостоянно. Иногда они тесно соприкасаются и отдалены друг от друга полосой слюдистой породы или отстоят на некотором расстоянии и отдалены полосой разлистованного гранодиорита.

По простиранию отдельные ветви разбиваются на серию мелких трещин, следуют параллельно и затем вновь соединяются в одну ветвь. Выклинивание отдельных ветвей как по простиранию, так и по падению обычно сложное. Об этом свидетельствует ряд кварцевых жил, использующих данную систему трещин.

В длину отдельные кулисы кварца прослеживаются по простиранию на 70—100 м и более. Все они приурочены к узким 1,5—2-метровым полосам разлистованного гранодиорита. Такие полосы с развитой системой трещин (северо-запад 300—350°) проходят через все рудное поле месторождения Белуха.

б) Широтные трещины

Трещины широтного или близкого к широтному направления (простирание 270—300°, падение на юго-запад под углом 60—80°) не получили широкого развития. Область их распространения преимущественно ограничивается линией южного контакта крупнозернистого гранита с гранодиоритом и мелкозернистым гранитом.

Данная система трещин прекрасно выражена на юго-восточном склоне горы (жилы № 23, 24, 37), ее вершине (жилы № 3, 4) и северо-западном склоне (жилы № 7, 55, 56). Все они заметно приурочены к вершине горы и вытянуты в виде узкой полосы, протягивающейся с юго-восточного склона горы через вершину на северо-западный склон вдоль контакта гранодиорита с крупнозернистым порфировидным биотитовым гранитом.

Строение трещин этого типа весьма сходно со строением вышеописанного типа. Они так же, как и в предыдущем случае, образуют серию сближенных трещин, идущих параллельно одна другой, и иногда обнаруживают типичное кулисообразное строение. В последнем случае одна ветвь далеко заходит за другую. Чаще несколько ветвей сливаются в одну. Параллельно основной трещине, прослеживающейся на большое расстояние, следует серия мелких трещин, быстро выклинивающихся и сменяющихся новыми трещинами такого же строения. Эта система трещин была использована рудными растворами. Жилы имеют сложное строение.

в) Трещины меридиональные

Трещины, имеющие простирание, близкое к меридиональному, идут под некоторым углом к первой системе трещин. Падение их на запад и юго-запад под углом 50—85° Они получили наибольшее развитие в краевых частях рудного поля месторождения Белуха. В гранодиорите и значительно реже в крупнозернистом граните в удалении от вершины горы Белуха на 500—800 м они гораздо отчетливее выражены, чем в центральной части месторождения.

Для мелкозернистого гранита данная система трещин не характерна и в нем, если они и встречаются, то исключительно в приконтактовой части с гранодиоритом. В последнем случае данная система трещин переходит из гранодиоритового массива в мелкозернистый гранит и продолжается далее в крупнозернистом граните.

В периферической части купола гранодиоритового массива кроме северо-западной господствующей трещиноватости возникла и затем развивалась трещиноватость близко к меридиональному простиранию.

Гранодиорит в этом направлении сильно трещиноват, брекчирован и разлистован, причем зоны интенсивно измененного гранодиорита прослеживаются в длину до 200 м и больше. Мощность зон достигает 2—2,5 м.

Трещины данного направления довольно выдержаны как по простиранию, так и по падению, хотя как и в предыдущих типах нередко обнаруживается их сложное строение. Кварцевые жилы, при-

уроченные к этой системе трещин, представлены несколькими ветвями. Параллельно основной ветви следуют мелкие быстро выклинивающиеся как по простиранию, так и по падению. В то же время основная ветвь жилы продолжается далее без особых изменений. Многие кварцевые жилы имеют полосчатое, а местами и брекчиевидное строение.

3. Крутопадающие трещины повторного раскрытия

Все три типа трещин северо-западного направления (от широтного до почти меридионального) в некоторых случаях неоднократно обновлялись, причем повторное приоткрывание трещин нередко сопровождалось подвижками. Последние происходили вдоль трещин как в самый ранний этап развития трещиноватости — до формирования кварцевых жил, так и после их образования.

Разлистование вмещающих пород предшествовало рудному процессу. В некоторых случаях поступившие рудные растворы в такого рода жильные трещины способствовали образованию нескольких прожилков или даже жил, следующих параллельно одна другой. Иногда они оказывались доступными только для проникновения растворов более ранней или более поздней фазы минерализации. Образованные жилы заметно тяготеют к контакту разлистованной породы со слабо измененным или неизмененным гранодиоритом и гранитом. Жилы местами косо пересекают разлистованную породу и в этой части нередко можно наблюдать в жильном кварце сохранившиеся включения тонко разлистованной породы, строго ориентированной в направлении простирания жилы. Испытывая повторное приоткрывание, такие жильные трещины способствовали проникновению более низкотемпературных растворов. В висячем или лежачем боку основной жилы нередко можно видеть прожилки халцедоно-флюоритового состава.

Значительная часть жильных трещин разлистованных изверженных пород подвергалась неоднократному раскрытию. Кварц более ранней генерации оказался раздробленным, замещен кварцем и халцедоном более позднего происхождения. Жила имеет очень сложное строение. Полосчатость, вызванная чередованием кварца различной генерации и полос безрудной вмещающей породы, весьма типична для таких жил.

Чаще всего прожилки халцедона располагаются вдоль висячего или лежачего бока кварцевой жилы, образуя небольшой мощности прожилки, или же они идут параллельно основной ветви жилы на некотором расстоянии от нее.

Все жилы южной части месторождения обнаруживают типичное полосчатое строение за счет чередования полос крупнокристаллического и мелкокристаллического кварца, халцедона и флюорита. Крупнокристаллический серовато-белый кварц в этих жилах нередко сильно раздроблен и частично замещен.

Халцедон иногда заполняет продольные трещины в высокотемпературном кварце. Гранодиорит в этих местах интенсивно перемят и превращен в тонкоразлистованную породу.

Таким образом, отчетливо устанавливается, что процесс образования трещин был длительным, он начался до проявления рудной фазы минерализации, сопровождал ее и закончился намного позднее.

Вследствие неоднократного их раскрытия мощность жильной трещины в отдельных местах достигает 0,5—2 м и больше. С глубиной в таких трещинах увеличивается количество прожилков халцедона, кальцита и флюорита.

4. Крутопадающие трещины смещения

При детальном изучении многочисленных крутопадающих трещин смещения в пределах рудного поля месторождения Белуха удалось выделить три группы трещин смещения, резко отличных по элементам залегания и характеру проявления:

1) трещины смещения северо-западного направления (северо-запад 300—360°) с падением на юго-запад под углом 50—85°;

2) трещины смещения северо-восточного направления (20—80°) с падением на северо-запад под углом 45—80°;

3) трещины смещения северо-восточного направления 25—75° с падением на юго-восток под углом 50—80°.

1. Трещины смещения северо-западного направления

Последующее развитие трещин северо-западного направления с падением на юго-запад под углом 50—85° привело к явлениям смещения блоков вмещающих пород, причем наибольшего развития эти явления получили по окончании рудной минерализации.

Трещины смещения особенно хорошо выделяются в местах пересечения ими жил с широтным или близким к нему простиранием и несколько слабее выражены в случае использования ими жил северо-западного простирания. В последнем случае перемещения зачастую происходили вдоль лежачего или висячего бока жилы или же следовали под некоторым углом к кварцевой жиле, в то время как в первом случае они пересекают жилу почти под прямым углом. Амплитуда смещения колеблется от нескольких сантиметров до 1—2—3 м.

Нередко можно видеть, как одна жила разбита системой близко расположенных сбросовых трещин, придающих жиле ступенчатый вид.

Мощность сбросовых трещин различна. В одном случае она ограничивается несколькими сантиметрами, сама трещина слабо выражена и породы в плоскости трещины лишь слегка разлистованы. В другом случае сбросовые трещины более развиты, чем первые. Мощность измененных пород достигает 1 м и более.

Вмещающие породы тонко разлистованы, местами имеют сланцеватый вид. Жильный кварц раздроблен.

2. Трещины смещения северо-восточного направления (20—80°) с падением на северо-запад

Данная система трещин смещения. хотя и довольно широко развита в пределах рудного поля месторождения Белуха, но в значительной мере уступает первой системе трещин смещения.

В момент рудной минерализации трещины этого направления были закрытыми, так как мы нигде не имеем рудных жил северо-восточного простирания.

Весьма интенсивно процесс приоткрывания их и перемещения по ним отдельных блоков вмещающих пород происходил уже после формирования рудных жил.

Характер смещения отдельных кварцевых жил данной системой трещин весьма сходен с вышеописанной системой и так же, как в предыдущем случае, амплитуда смещения колеблется от нескольких сантиметров до 1—1,5 м и реже больше. Для некоторых сбросов северо-восточного направления характерно увеличение амплитуды смещения с глубиной. Вмещающие породы по трещинам превращены в тонкоразлистованную породу.

3. Трещины смещения северо-восточного направления (20—75°) с падением на юго-восток

Трещины северо-восточного направления, падения на юго-восток под углом 50—80°, в первый этап трещинообразования в гранодиорите не получили должного развития. Лишь только местами они были использованы дайками порфирита и кварцевого порфира. К моменту проявления ранней фазы минерализации основная часть их также была закрыта и лишь только немногие из них были выполнены высокотемпературным кварцем в виде маломощных прожилков. В более позднее время вдоль этих прожилков происходило приоткрывание трещин с одновременным выполнением их халцедоном. Одновременно с этим ранее образованные жилы кварца северо-западного простирания подверглись смещению по трещинам северо-восточного простирания.

В большей своей части сбросы отчетливо выражены и амплитуда смещения колеблется от 10 см до 1—1,5 м. Вдоль сбросов вмещающие породы подвергнуты грубому и тонкому разлистованию, местами перемяты и ороговикованы. Мощность измененных пород достигает 1—2 м. Сбросовые трещины, независимо от амплитуды смещения, всюду выполнены халцедоном.

5. Мелкосетчатая структура штокверкового типа

В периферической части крупнозернистого порфировидного гранитного массива в условиях пологого контакта с гранодиоритом в ряде мест возникла мелкосетчатая структура. Линия контакта весьма волнистая и угол падения колеблется от 18° до 45°. В гранодиорите часто можно встретить крупные выступы гранита.

В момент остывания гранитного интрузива в местах таких крупных выступов, повидимому, возникала отдельность, отвечающая форме выступа и условиям контакта. Дальнейшее развитие отдельности в этих участках привело к возникновению мелкой трещиноватости различного направления. Развитие ее отмечается главным образом вблизи контакта гранита с гранодиоритом.

Кроме того, образование мелкосетчатой трещиноватости могло возникнуть также и в сводовой части интрузива. Сохранившиеся в периферической части его узкие полосы сильно трещиноватого грейзенизированного гранита скорее всего свидетельствуют о существовании широкого ореола грейзенизации в сводовой части, как наиболее трещиноватой.

Мелкая система трещин могла возникнуть и развиваться также в условиях, когда крупные блоки гранодиорита оказались зажатыми между двумя соединенными выступами гранита (Турмалиновое поле).

В последующем одно из направлений трещиноватости, возникшей в гранодиорите, получило исключительное развитие и привело к образованию крупных крутопадающих трещин. Последние при дальнейшем своем расширении и росте переходили из гранодиорита в гранит, местами пересекали участки мелкосетчатой структуры. В этих условиях крутопадающие трещины были использованы рудными растворами как подводящие каналы. Мелкие трещины, различно ориентированные, выполнены жильным кварцем, а вмещающие породы оказались грейзенизированными.

Заключение

В геологическом строении Кукульбейского хребта и его окрестностей принимают участие метаморфические породы палеозоя, песчаниково-конгломератово-сланцевые отложения морской юры ($I_1 - I_2$), древние катаклазированные грубозернистые граниты и породы среднекиммерийского интрузивного комплекса, представленные кварцевыми диоритами, гранодиоритами и гранитами. Молодые изверженные породы произошли из одного магматического резервуара. Между гранодиоритами и лейкократовым гранитом существуют многочисленные переходные породы, связывающие их в единый комплекс последовательно развивающегося интрузивного процесса.

Гранодиориты и граниты слагают ядро Тургино-Борзинского антиклинория. Интрузивные тела, будучи приурочены к общему простиранию комплекса складок песчаниково-сланцевых пород нижне- и среднеюрского возраста, вытянуты в северо-восточном или близком к нему направлении.

Все изверженные породы являются вмещающими породами кварцево-вольфрамитовых и кварцево-касситеритовых жил.

В генетическом отношении из общего числа разнообразного вида трещиноватости среди них отчетливо выделяется пять основных систем трещин:

1) пологопадающие трещины без перемещений,
2) крутопадающие трещины без перемещений,
3) крутопадающие трещины повторного раскрытия,
4) крутопадающие трещины смещения,
5) мелкосетчатая трещиноватость штокверкового типа.

Вольфрамо-оловянное оруденение генетически связано с интрузивной деятельностью поздней фазы среднекиммерийского интрузивного комплекса. Образование месторождений олова и вольфрама происходило в течение нескольких этапов, весьма сближенных между собой.

Рудный процесс развивался последовательно от пневматолитической фазы до гидротермальной деятельности средних и низких температур. Рудные растворы в основном использовали трещины в различных интрузивных породах.

Развитию первичной трещиноватости способствовала форма интрузивов, размеры, их состав, первичная полосчатость, возникшая при их остывании, и занимаемое интрузивами положение в общей складчатой структуре района. В одном случае получили широкое развитие крутопадающие трещины северо-восточного или северо-западного направлений, в другом — пологопадающие трещины.

Рудные растворы, поступавшие из магматического очага, захватили огромную площадь и использовали первичные трещины в массивах гранодиорита и гранита, как готовые полости.

Начальная стадия рудного проявления отвечала газовой фазе, богатой фтором, бором, хлором и т. д. Присутствие минерализаторов способствовало выносу из магматического раствора и частично вольфрама в виде фтористых и хлористых соединений. Однако основная масса вольфрама была вынесена в жидкую фазу, соответствующую высоко- и среднетемпературной стадии.

Многочисленная трещиноватость в Антоновогорском мелко- и среднезернистом порфировидном гранитном интрузиве северо-восточного направления отвечает первичной полосчатости и вытянутости интрузива. К системе трещин северо-восток 30—50° падения на северо-запад под углом 25—85° приурочена основная масса жил кварца.

Букукинский гранодиоритовый массив вытянут в северо-восточном направлении. Внедрение интрузии гранодиоритового состава произошло вдоль контакта древнего гранита с комплексом юрских морских песчаниково-сланцевых отложений северо-восточного простирания. Длина массива 20 км, ширина от 2 до 8 км. Западный конктакт крутой 80—85°, восточный пологий 40—45°

В пределах массива хорошо развиты крутопадающие и пологопадающие трещины северо-восточного и северо-западного простирания, контролирующие вольфрамовое оруденение.

Белухинский гранодиоритовый массив вытянут в северо-западном направлении, что отвечает поперечному перегибу шарниров складок мезозойских пород, имеющих северо-восточное простирание. Основная система трещин, возникшая в интрузиве в момент его остывания, имеет простирание северо-запад 300—350°, падение на юго-запад под углом 60—85° Это направление трещиноватости широко использовали рудные растворы.

Развитие некоторых жильных трещин, подобно рудному процессу, распадалось на несколько этапов, последовательно следующих один за другим. По мере развития трещины, происходило удлинение ее по простиранию, увеличение мощности разлистованных пород и затем выполнение полости жильным кварцем.

Рудный процесс сопровождался расширением трещин их повторным раскрытием, замещением одного типа кварца другим, дроблением и развитием трещин сбросового характера.

Рудный процесс развивался постепенно и медленно. Одна фаза минерализации последовательно сменялась другой. Поэтому совместно с жилами кварца пневматолитового типа встречаются кварцево-сульфидные, халцедоновые и флюоритовые жилы. В более раннюю фазу растворы имели кислый состав. Затем они постепенно теряли кислотность и становились щелочными. В образовании кварцево-вольфрамито-сульфидных жил активная роль принадлежит щелочным растворам. Участие щелочей и воды в процессе рудоотложения сказалось в альбитизации и серицитизации гранита и сланцев. Одновременно с привносом одних элементов происходило извлечение некоторых из боковых пород.

В халцедоно-флюоритовую фазу окись кремния переносилась в коллоидном растворе и осаждалась в виде геля вокруг брекчии вмещающих пород или кристаллов флюорита. Совместно с кремнием во взвешенном состоянии выносился вольфрам, мелкоточечные пылевидные включения которого содержатся в халцедоне.