

## СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В БЕРИКУЛЬСКОМ РУДНОМ ПОЛЕ (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)

И. В. КУЧЕРЕНКО (ТПИ)

Выяснению структурных условий формирования руд в Бериккульском рудном поле уделяли внимание многие исследователи (Гуковский, 1932; Монич, 1937, 1939; Тимофеевский, 1947; Тимофеевский и др., 1952; и др.). Однако, по-видимому, сложность проблемы и, главное, относительно слабая разведанность рудного поля в прошлом определили противоречивость выводов, сделанных в разные годы. Исследователи по-разному оценивали роль рудовмещающих структурных элементов, поперечных разрывов в размещении оруденения в жилах, условия формирования метасоматических сульфидных залежей, значение пологой жилы № 4 и т. д. В результате выполненных за последние два десятилетия значительных объемов разведочных и эксплуатационных работ оказалось возможным изучить рассматриваемую проблему на основе более обширного фактического материала, что позволило уточнить ряд положений, а некоторым сторонам проблемы дать иное генетическое истолкование.

Бериккульское рудное поле (а также Комсомольское, Ново-Бериккульское, Гавриловское и др.) приурочено к западному экзоконтакту крупного Дудетского гранитоидного массива каледонского возраста. Экзоконтакт сложен мощными вулканогенными и осадочными толщами кембрия, собранными в крупные складки северо-западного простирания и содержащими относительно мелкие тела (штоки и дайки) основных и щелочных пород. Возраст последних, по данным большинства исследователей, девонский, о возрасте и происхождении первых нет единого мнения. Большинство обосновывают генетическую принадлежность основных пород к каледонскому магматизму, согласно выводам других исследователей (Васильев, 1966 и др.) эти породы представляют собой продукты первой фазы многофазного Кийского комплекса девона. Необходимо подчеркнуть, что важной особенностью размещения золотого оруденения в районе является постоянная локализация промышленных скоплений руд или в этих породах (Комсомольское, отчасти Ново-Бериккульское, Гавриловское рудные поля), или в непосредственной близости от них (Бериккульское, Ново-Бериккульское рудные поля).

В пределах Бериккульского рудного поля рудные тела залегают в вулканогенных образованиях бериккульской свиты среднего кембрия, налегающих на западе на нижнекембрийские мраморизованные известняки белокаменной свиты. На востоке и юге вулканогенные породы содержат штоки и дайки упомянутых выше основных пород. Все перечисленные породы слагают юго-западное сравнительно крутопадающее



на северо-восток (до  $70^\circ$ ) крыло берикульской синклинали. Юго-западный контакт наиболее крупного восточного штока основных пород падает на юго-запад под крутыми (до  $70^\circ$ ) углами. В связи с встречным падением контактов штока и известняков рудовмещающая эффузивная толща на северном и центральном участках постепенно выклинивается с глубиной. Рудные тела представлены серией золотоносных кварцевых жил с ориентировкой статистического максимума для большинства жил аз. пад.  $291^\circ$ ,  $\angle 45^\circ$  (рис. 1, диаграмма В), пологой жилой № 4 с падением на юг под углами до  $20^\circ$  и сульфидными залежами, приуроченными к контакту жилы № 4 с известняками.

В рудовмещающей толще и штоках основных пород развиты разрывные нарушения, заполненные разнообразными по составу и возрасту магматическими и гидротермальными продуктами. Подавляющее большинство разрывов, за исключением тех, которые заполнены скарнами, возникло после формирования берикульской синклинали и штоков основных пород (Кучеренко, Грибанов, 1968), следовательно, образование их не связано с каледонскими складчатыми процессами, а обусловлено проявлением более поздних тектонических дислокаций<sup>1</sup>.

В истории тектонической жизни рудного поля выделяются дорудный, рудный и послерудный периоды, разделяющиеся, в свою очередь, на ряд этапов.

Структурой наиболее раннего этапа является берикульская синклиналь, которая, как упоминалось, оформилась в результате складчатых процессов каледонского времени. Для этого этапа характерно относительно широкое развитие соскладчатых мелких крайне неправильных по конфигурации трещин разрыва, преимущественно согласных с простираем смятых в складку пород и заполненных в дальнейшем скарнами. Рассматриваемые трещины почти не встречаются в штоках основных пород и развиты в рудовмещающей эффузивной толще.

Следующий этап структурной подготовки предшествовал внедрению кислой магмы и характеризовался растягивающими усилиями, в результате которых возникли закономерно ориентированные в пространстве относительно небольшие (до десятков, реже первых сотен метров по простираем) трещины разрыва, не сопровождавшиеся мелкой трещиноватостью и рассекающие прожилки скарнов. Трещины маркируются дайками аплитов и пегматитов. На диаграмме А (рис. 1) видно, что основная масса этих трещин имеет аз. пад.  $296^\circ$ ,  $\angle 56^\circ$ ; относительно небольшое количество трещин круто падают на северо-восток и юго-запад. Трещины иных направлений встречаются эпизодически. К концу этапа среда приобретает хорошо выраженные черты ориентированной анизотропии.

Этап структурной подготовки, предшествующий внедрению диабазовой магмы (диабазы I генерации), характеризуется заметно большей интенсивностью растягивающих усилий — формируются трещины разрыва значительной протяженности (сотни метров). Мелкая трещиноватость нехарактерна. Время формирования разрывов определяется на основании того, что они рассекают дайки кислых пород, а сами рассекаются жильными трещинами, оформившимися позднее. Кроме того, диабазы I генерации несут четкие следы околорудных изменений. Преимущественная ориентировка трещин (рис. 1, диаграмма Б) меридиональная и северо-восточная. Из сравнения диаграмм А и Б видно,

<sup>1</sup> Следует учитывать, что район располагается в области проявления раннекаледонского (салаирского) тектогонеза, а формирование Дудетского плутона имело место в позднекаледонский этап (П. Иванкин).



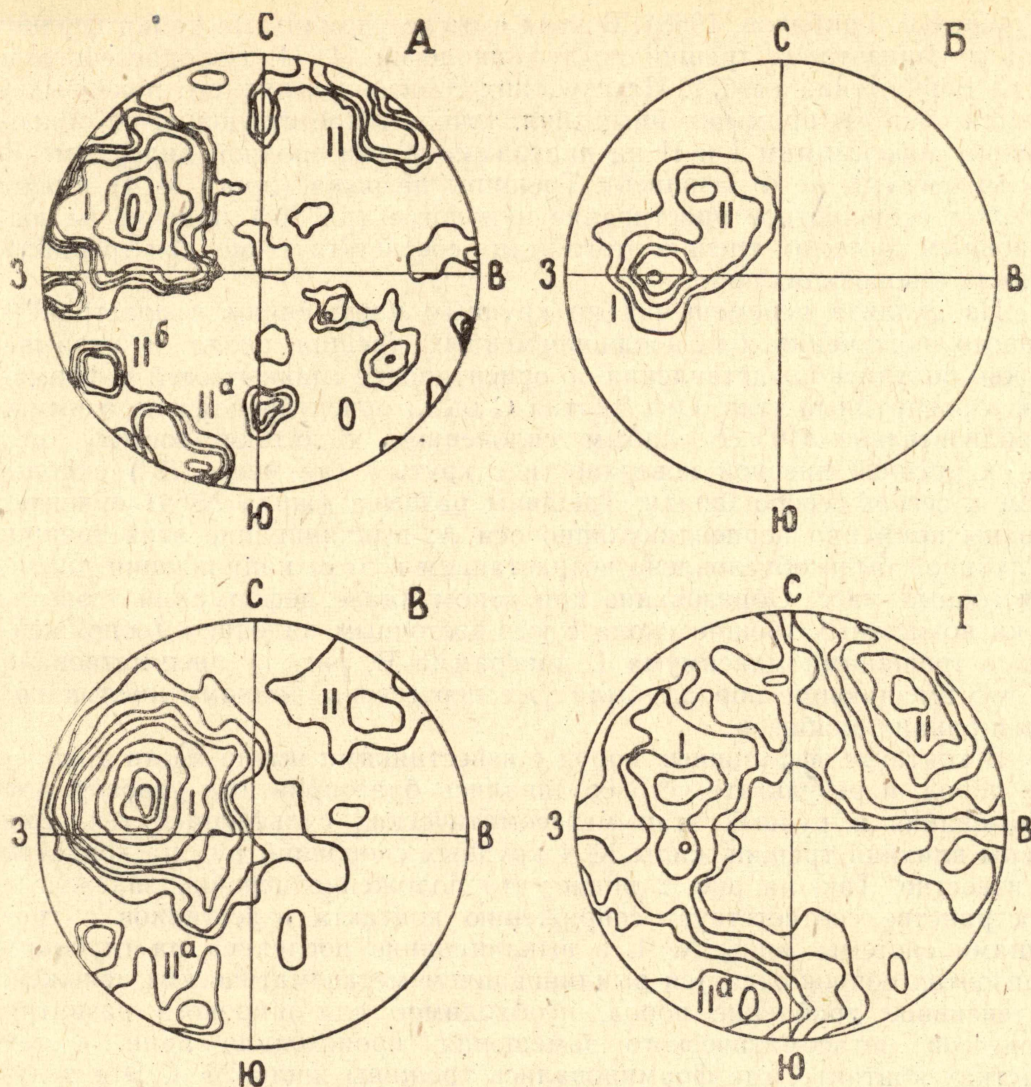


Рис. 1. Диаграммы ориентировки структурных элементов Берикольского рудного поля  
 А — дайки аплитов и пегматитов. 121 замер. <0,5—1,0—1,5—2,5—5,0—8,0—11,0 <%.  
 Б — дайки диабазов 1 генерации. 29 замеров. <1,0—5,0—10,0—15,0—25,0 <%. В — кварцевые жилы. 601 замер. <0,25—0,5—1,0—1,5—2,5—5,0—8,0—11,0—14,0 <%. Г — поперечные сколовые нарушения. 1193 замера <0,25—0,5—1,0—1,5—2,5—3,5—5,0 <%

что с течением времени анизотропия рудовмещающей толщи усиливается. Дайки дорудных диабазов II генерации встречаются редко, но наличие их свидетельствует о том, что растягивающие усилия носили пульсирующий характер.

В результате тектонических процессов предрудного этапа были подготовлены структурные условия отложения руд. Тектоническая жизнь в этот этап определяется возникновением в условиях направленного тангенциального сжатия Главного нарушения (взбросо-сдвиг, аз. пад.  $215^\circ$ ,  $\angle 80^\circ$ ), трех систем трещин скола и одной системы трещин разрыва (рис. 1, диаграмма В, максимумы, I, II, II<sup>a</sup>; трещины разрыва на диаграмме не показаны). Промышленные жилы заполняют преимущественно трещины скола, соответствующие максимуму I (аз. пад.  $291^\circ$ ,  $\angle 45^\circ$ ); эти трещины развиты нередко в контактах даек кислых пород и диабазов I генерации, т. е. унаследуют ранние структурные направления, как наиболее ослабленные в рудовмещающей толще



(Кучеренко, Грибанов, 1968). В этом смысле упомянутые дайки играют роль локализаторов трещин по терминологии Н. И. Бородаевского и П. С. Бернштейна (1967). На глубоких горизонтах рудного поля выделяются системы промышленных жил, точно соответствующие по ориентировке максимумам I и II на диаграмме Б (на сводной диаграмме В эти максимумы не отразились). Трещины разрыва (жила № 4) имеют в целом субширотное простирание и пологое (до 20°) падение на юг. Основным системам трещин этого этапа соответствует мелкая трещиноватость вмещающих пород.

Из анализа перемещений по крупным нарушениям и пространственного положения близкоодновременных трещин скола и разрыва можно получить представления об ориентировке главных осей деформаций в прерудный этап. Ось сжатия С была ориентирована по азимуту приблизительно 340° со слабым склонением к юго-юго-востоку, ось А — к древней дневной поверхности с крутым (не менее 75°) склонением к северо-северо-западу. Трещины разрыва (жила № 4) ориентированы примерно перпендикулярно оси А; выклинивание этих трещин с глубиной было обусловлено возрастанием в этом направлении давления горных масс. Образование при таком плане деформаций теоретически возможных трещин скола с юго-восточным падением (сопряженных с трещинами максимума I, диаграмма В, рис. 1) препятствовало то, что вмещающие породы были уже пересечены дайками кислых пород и ранних диабазов.

В контакте эффузивных пород с известняками имело место дробление пород, в результате чего создавались благоприятные условия для образования в рудный этап метасоматических сульфидных тел. Вне сферы влияния трещин жилы № 4 крупных скопления руд на контакте не известно. Так, на рис. 2 видно, что положение цепочки залежей в пространстве соответствует сопряжению контакта известняков с трещинами системы жилы № 4, а выклинивание последней на глубоких горизонтах сопровождается выклиниванием метасоматических залежей. Интенсивное дробление пород, необходимое для широкого развития процессов метасоматического замещения, происходило лишь в тех участках контакта, где формировались трещины жилы № 4. Это ведущий фактор локализации сульфидных залежей. Другие, отмечавшиеся ранее факторы (Монич, 1939; Тимофеевский и др., 1952; и др.), а именно — благоприятные изгибы контакта известняков, наличие серии сближенных «крутопадающих» жильных трещин — имеют подчиненное значение: они контролируют положение наиболее богатых рудных скоплений (рис. 2, б).

Ориентировка тектонических разрывных структур рудного и раннего послерудного этапов показана на диаграмме Г, рис. 1. Сравнение диаграмм В и Г показывает, что в рассматриваемые этапы план деформаций в целом сохранялся. Однако количество поперечных трещин (максимумы II и II<sup>a</sup>, диаграмма Г) значительно превосходит количество трещин, относящихся к жильной системе (максимум I). Наряду с возникновением новых имеет место подновление старых трещин, в том числе жильных. Судя по количеству стадий минерализации, можно отметить в рудный этап не менее пяти последовательных импульсов сжатия. Поведение продуктивных минеральных ассоциаций и золота в рудных жилах обнаруживает определенную зависимость от масштабов нарушения последних дорудными и рудными поперечными разрывами. Влияние поперечных нарушений двояко. С одной стороны, вблизи некоторых крупных нарушений (Главного и др.) оруденение в жильных трещинах затухает (рис. 3). Вместе с тем богатые руды местами тяготеют к участкам интенсивного нарушения



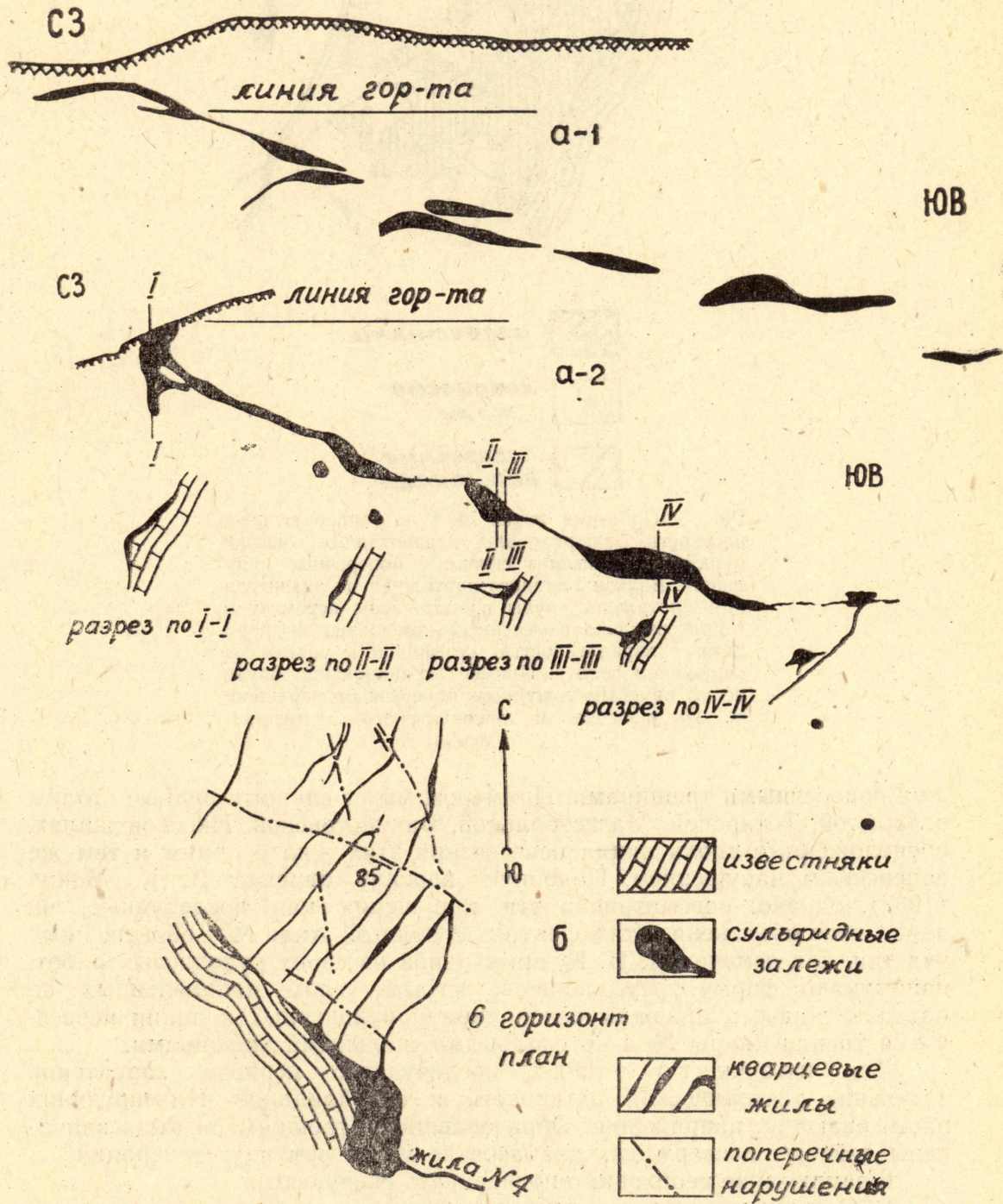


Рис. 2. Разрезы вкрест простирания жилы № 4 (а-1) и по падению метасоматических сульфидных тел (а-2). Пример локализации богатого сульфидного тела в контакте с известняками жилы № 4 и серии сближенных рудных сколовых трещин (б). По материалам Бериккульского рудоуправления



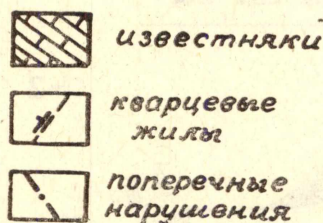
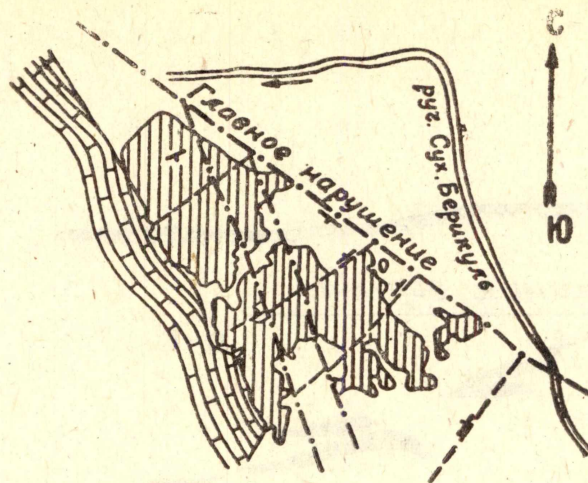


Рис. 3. Проекция жилы № 4 на горизонтальную плоскость. Заштрихованы отработанные участки, пунктиром показаны сколовые поперечные нарушения. Вблизи Главного нарушения на значительном протяжении руды представлены перемятыми гидротермально измененными вмещающими породами с вкрапленностью сульфидов и убогим содержанием золота. Пример экранирования оруденения крупным дорудным поперечным нарушением. По материалам Берикюльского рудоуправления

жил поперечными трещинами. Примером могут служить рудные столбы в Забытой, Татарской, Магистральной, Бикюльтовской, Иксовой жилах, расположенные вдоль линии пересечения этих жил с одним и тем же поперечным нарушением. Подобную картину отмечал В. К. Мониц (1937), однако, рассматривая эти нарушения как послерудные, он давал иное объяснение этим фактам. В пологой жиле № 4 обогащенные участки, как отмечал А. И. Кучин в одной из своих рукописных работ, напоминают форму треугольников, острым углом направленных по падению жилы, а широким основанием приуроченных к линии пересечения трещин жилы № 4 со сколовыми жильными трещинами.

Для позднего этапа послерудного периода характерно затухание тектонической активности и преобладание пульсирующих растягивающих напряжений. Образовавшиеся трещины разрыва заполнены дайками послерудных диабазов не менее чем двух генераций.

В заключение необходимо подчеркнуть следующее.

1. Основными структурными элементами рудного поля, вмещающими разнообразные дайки и руды, являются разновозрастные разрывные нарушения, образовавшиеся после каледонской складчатости<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Складчатость в районе имеет раннекаледонский (салаирский) возраст. Поэтому вывод автора о послескладчатом возрасте оруденения Берикюля не противоречит общепринятому положению о позднекаледонском (собственно каледонском) возрасте основного золотооруденения Мариинской тайги (П. Иванкин).



2. Разнообразные по составу и возрасту дайки магматических пород почти всегда заполняют трещины разрыва. Одновозрастных с ними трещин скола практически не отмечается. Это характерно и для дорудных, и для послерудных даек. Поэтому можно считать, что импульсы растяжения участка земной коры непосредственно предшествовали внедрениям магматического вещества и возможно были обусловлены такими внедрениями. Иная картина наблюдается при образовании рудовмещающих и сопутствующих структур: здесь тектоническое сжатие пульсационно сменяется растяжением. Формируются разновременные, соответствующие отдельным импульсам сжатия трещины скола нескольких систем; трещины же разрыва подчинены и отражают лишь тектоническое растяжение, действовавшее снизу вверх при горизонтальном сжатии. При этом для структурных элементов предрудного и рудного этапов исключительно характерна унаследованность структур, заключающаяся в частом развитии рудовмещающих, отчасти поперечных трещин в контактах даек кислых пород и ранних диабазов, т. е. пород, по своим физико-механическим свойствам резко отличающихся от вмещающих вулканогенных образований. Это обстоятельство определило закономерную ориентировку золотоносных жил, соответствующую характеру анизотропии среды<sup>8</sup>.

3. Размещение рудных тел в рудном поле подчиняется факторам литолого-структурного контроля, заключающегося в преимущественном развитии рудовмещающих и сопутствующих структур в эффузивных породах-образованиях, отличающихся по своим физико-механическим свойствам от окружающих известняков и габброидов. В свою очередь, распределение продуктивных минеральных ассоциаций и золота внутри отдельных рудных тел указывает на закономерную приуроченность рудных гнезд и столбов к таким участкам, которые были наиболее подготовлены в структурном отношении.

<sup>8</sup> Разделение трещин на сколовые и разрывные, как известно, представляет собой очень сложную задачу, решение которой предполагает обычно проведение специальных исследований. Автор, возможно, недостаточно учитывает тот факт, неоднократно подтверждавшийся, в частности, на жильных золоторудных месторождениях, что возникновение трещин и их последующее заполнение (магмой или гидротермальным раствором) происходит часто при совершенно различном стресс-тектоническом состоянии континента. Сколовые трещины, возникшие в обстановке сжатия, при формировании жильных интрузий, например, ведут себя как трещины разрыва. Однако было бы ошибкой судить о генезисе трещин по поведению их в периоды заполнения жильным веществом (П. Иванкин).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бородаевский Н. И., Бернштейн П. С. О структурах золоторудных месторождений. Труды ЦНИГРИ, вып. 76, 1967.
2. Васильев Б. Д. Закономерности размещения и прогнозирование золоторудных месторождений в северной части Кузнецкого Алатау. Известия Томского политехнического ин-та, т. 151, 1966.
3. Гукowski Е. А. Элементы геологии золоторудных месторождений Маринской тайги. Вестник Зап. Сиб. геол. треста, № 5, 1932.
4. Кучеренко И. В., Грибанов А. П. Взаимоотношения дайковых образований с золоторудными кварцевыми жилами на Бериккульском рудном поле. Известия Томского политехнического ин-та, т. 134, 1968.
5. Монич В. К. Геологический очерк Бериккульского золотопромышленного района. Труды треста «Золоторазведка» и ин-та НИГРИзолото, вып. 7, 1937.
6. Монич В. К. Колчеданные залежи Бериккуля. Труды Томского государственного ун-та, т. 96, 1939.
7. Тимофеевский Д. А. О структуре рудного поля золоторудного месторождения Старый Бериккуль. Труды ин-та НИГРИзолото, вып. 16, 1947.
8. Тимофеевский Д. А., Щеглов П. И., Боришанская С. С. Бериккульское золоторудное месторождение. Труды ин-та НИГРИзолото, т. 5, 1952.