ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА имени С. М. КИРОВА

Том 177 1971

О ПРОЯВЛЕНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ОРУДЕНЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РУДНОМ ПОЛЕ

В. И. БАЖЕНОВ

(Представлена научным семинаром кафедр минералогии, петрографии и геологии и разведки месторождений полезных ископаемых)

Как, известно, явление вертикальной и горизонтальной зональности оруденения было установлено В. Эммонсом еще в двадцатых годах текущего столетия. Оно проявляется в виде закономерной смены одних минеральных ассоциаций другими как с глубиной, так и в горизонтальной плоскости, причем отдельные зоны располагаются концентрически вокруг интрузивных тел.

Впоследствии взгляды В. Эммонса подвергались критике С. С. Смирновым и другими исследователями. Не останавливаясь на рассмотрении различных представлений о вертикальной и горизонтальной зональности, можно отметить, что согласно современным представлениям формирование горизонтальной и вертикальной зональности может быть обусловлено различными причинами [5]. Многочисленные примеры проявления зональности были приведены в трудах Международной конференции по вопросам эндогенного рудообразования, состоявшейся в Праге в 1963 г.

Работами на Центральном рудном поле (Мариинская тайга) были установлены проявления горизонтальной зональности оруденения, описание которой и является предметом настоящей статьи.

Геологическое строение Центрального рудного поля

Центральное золоторудное поле является одним из старейших золоторудных районов Западной Сибири.

В геологическом отношении оно приурочено к северной части крупного гранодиоритового массива, относящегося к мартайгинскому магматическому комплексу нижнепалеозойского возраста. Петрографический состав пород интрузии сравнительно пестрый: гранодиориты, кварцевые диориты, граниты, граносиениты. Они связываются друг с другом постепенными переходами. Смена пород осуществляется на небольших расстояниях, и выделение различных типов их при геологическом картировании не представляется возможным. За пределами рудного поля, в эндоконтакте интрузивного массива, встречаются более основные разности пород: диориты, габбро, габбро-диориты и др., образование которых Т. М. Дембо [3] связывает с процессами ассимиляции вмещающих толщ.

Жильные породы, связанные с Центральнинским гранодиоритовым массивом, представлены дайками спессартитов, микродиоритов и диоритовых порфиритов. Возраст их дорудный [4].

Единственным типом золотого оруденения являются золоторудные кварцевые жилы. По пространственной ориентировке среди них выделяются жилы северо-восточного и субширотного простирания. Приуро-

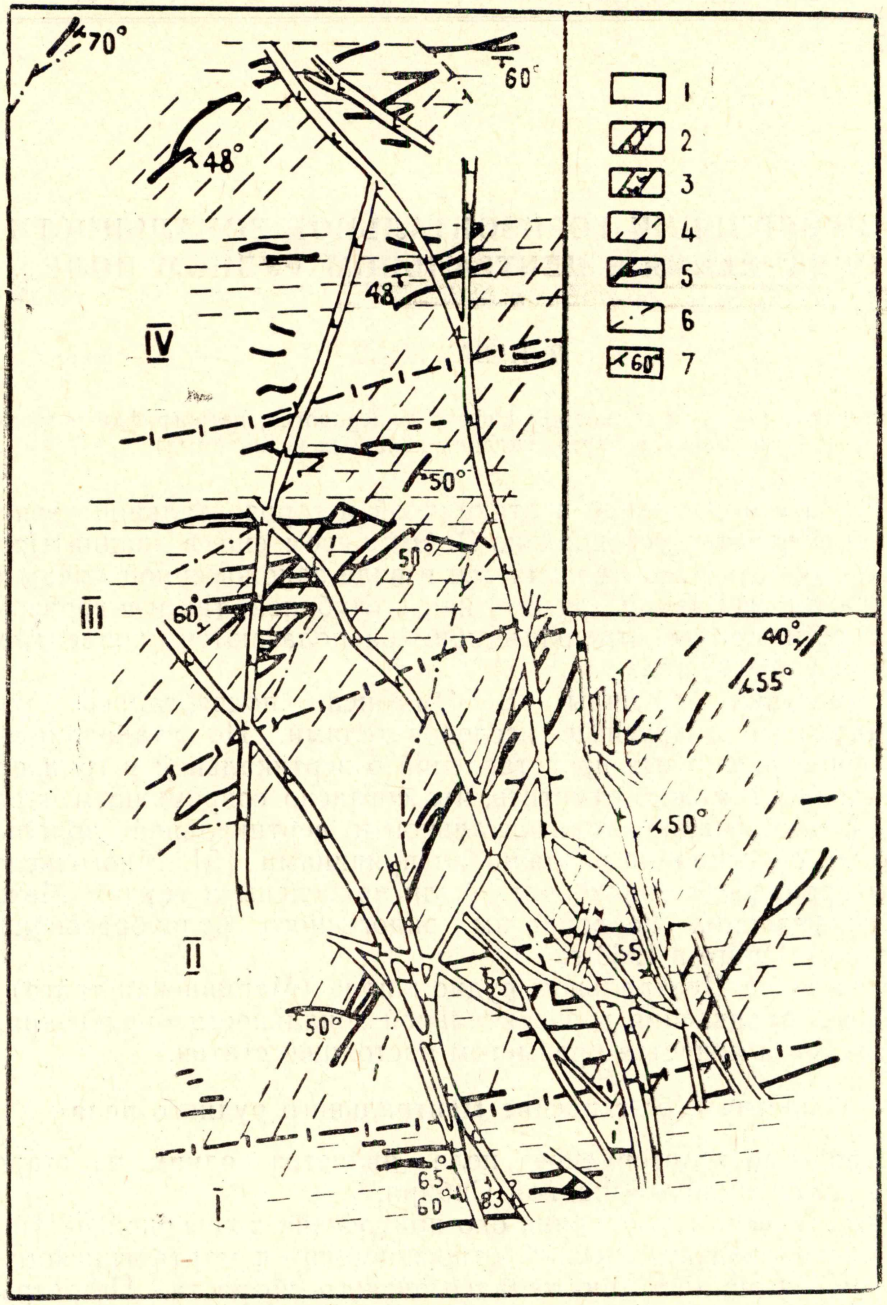

Рис. 1. Схема геологического строения Центрального рудного поля. 1 — гранодиориты; 2 — спессартиты; 3 — диоритовые порфириты; 4 — зоны повышенной трещиноватости; 5 — кварцевые жилы; 6 — разрывные нарушения; 7 — элементы залегания. I — безрудная зона; II — свинцово-цинковая зона; III — полиметаллическая зона; IV — сурьмяная зона.

ченные к двум системам зон повышенной трещиноватости, они концентрируются в виде полос двух направлений. Изредка встречаются небольшие по размерам кварцевые жилы субмеридионального простирания (рис. 1).

Наиболее крупные и ценные в промышленном отношении кварцевые жилы сосредоточены на пересечении зон повышенной трещиноватости различных направлений. Этим обусловлено характерное для рудного поля узловое распределение кварцевых жил. Наиболее крупные участки распространения жил следующие (с юга на север):

1. Юбилейный (Кавказская, Лотерейная, Алтайская, Уральская, Петровская, Дмитриевская и др. жилы); 2. Центральный — жилы: Центральная, Казанская, Решающая, Незавидная I, II, III, Беляевская и др.; Октябрьский — жилы: Сибзолотовская II, Тысячная, Веселая, Миллионная, Алмазная и др.

Кроме них имеется ряд более мелких рудных узлов и одиночных кварцевых жил, залегающих в зонах повышенной трещиноватости за пределами рудных узлов, что отчетливо видно на рис. 1.

Процесс гидротермального рудообразования был сложным, неоднократно прерывавшимся тектоническими подвижками. При изучении руд на основании критерия пересечения разновозрастных минеральных ассоциаций выделяется семь последовательных стадий минерализации: безрудная, кварцево-пиритовая, кварцево-арсенопиритовая, кварцево-полиметаллическая, хлоритовая, вторая безрудная, кварцево-карбонатная. Безрудная стадия минерализации слагается темно-серым, местами почти черным, тонкокристаллическим кварцем с примесью серицита, актинолита, рутила, являющихся минералами реликтовой минеральной ассоциации. Минеральная ассоциация кварцево-пиритовой стадии минерализации пользуется очень широким распространением во всех кварцевых жилах рудного поля. Она представлена светло-серым или серовато-белым кварцем с примесью пирита. Количество его может быть различным. В одних случаях он образует редкую мелкую вкрапленность в жильном кварце, в других же случаях он создает участки почти мономинеральных сульфидных руд. Кварцево-арсенопиритовая стадия минерализации проявилась также широко. Она представлена серо-белым кварцем с арсенопиритом. Кварцево-полиметаллическая стадия также проявилась широко, в той или иной степени ее минеральные ассоциации проявились во всех кварцевых жилах рудного поля. Они представлены пиритом, сфалеритом, галенитом, пирротином, халькопиритом, блеклыми рудами, энаргитом, висмутом, висмутином, аргентитом, серебром, золотом, калаверитом, сильванитом и другими минералами. Хлоритовая стадия минерализации распространена широко, но сколько-нибудь крупных скоплений она не создает. Она проявляется в виде мелких хлоритовых прожилков, пересекающих более ранние минеральные ассоциации.

Вторая безрудная стадия минерализации представлена бессульфидным молочно-белым кварцем. Она встречается во многих кварцевых жилах рудного поля.

Кварцево-карбонатная стадия минерализации является заключительной стадией гидротермального процесса. Ее минеральная ассоциация состоит из полупрозрачного кварца, кальцита, анкерита, эпидота, иногда небольшого количества сульфидов: пирита, сфалерита.

Приведенные данные о распределении минеральных ассоциаций показывают, что в пределах всего рудного поля распространены одни и те же минеральные ассоциации. В различных его частях последовательность минералообразования сохранялась одной и той же и выпадения отдельных стадий минерализации не наблюдается. Устанавливается также, что и состав основных рудообразующих минералов в целом сохраняется одним и тем же.

Вмещающие породы вблизи кварцевых жил подвергаются гидротермальным изменениям, выражающимся в их березитизации. Мощность зон измененных пород колеблется от нескольких миллиметров

до 4—5 *м* и зависит от мощности зон раздробленных пород. В целом в кварцевых жилах северо-восточного простирания она выше, чем в жилах субширотного простирания.

Проявления горизонтальной зональности оруденения

Впервые проявления горизонтальной зональности в пределах Центрального рудного поля были установлены Д. А. Тимофевским. Он отмечал, что она проявляется в неравномерном распределении некоторых минералов, в частности, арсенопирита и молибденита. Так, например, отчетливо устанавливается обогащение арсенопиритом кварцевых жил в северной части рудного поля (Октябрьский и Дорожный участки), в центральной части рудного поля он, хотя и является распространенным минералом, но все же крупных концентраций не создает. В южной части рудного поля арсенопирит неизвестен. Лишь на верхних горизонтах Кавказской жилы отмечались его спорадические находки [1].

Обратным характером распределения отличается молибденит. Он встречен исключительно в кварцевых жилах Юбилейного участка. К северу отмечались его единичные находки в отвалах Заколдованной шахты. В центральной и северной частях рудного поля он неизвестен.

Эти выводы Д. А. Тимофеевского вполне подтверждаются нашими исследованиями. Но при этом в результате сравнительного минералогического и геохимического анализа кварцевых жил в различных частях рудного поля нам удалось отметить еще ряд проявлений горизонтальной зональности. В основу выделения зон на площади рудного поля нами, кроме минералогического состава руд, было положено распространение элементов-примесей в березитах и некоторых рудных минералов (пирит, арсенопирит, сфалерит, галенит), а также парагенетические минеральные ассоциации руд, морфологические особенности самородного золота и его парагенетические связи с другими минералами.

Отдельные зоны в пределах рудного поля протягиваются в субширотном направлении и их последовательность представляется в следующем виде (с юга на север): 1 — безрудная, 2 — свинцово-цинковая, 3 — полиметаллическая, 4 — сурьмяная. Выделение зон производилось по наиболее характерным для данной зоны элементам-примесям. Расположение зон на площади рудного поля показано на рис. 1.

Ниже приводится характеристика отдельных зон.

Безрудная зона. Она располагается в крайней южной части рудного поля. В ее пределах находятся Тумашевская, Хребтовые и ряд других жил. Характерной чертой их минералогического состава является широкое распространение в них черного бессульфидного кварца ранней генерации. Золотая минерализация также проявилась слабо. Лишь изредка в них встречаются небольшие гнезда, обогащенные металлом. В этих случаях золото оказывается крупным. Парагенетически оно связывается исключительно с кварцем.

Южная граница этой зоны не устанавливается. Вероятно, она протягивается далеко на юг, так как сходными чертами отличаются золоторудные кварцевые жилы Варваринского и Бурлевского участков [2].

Свинцово-цинковая зона. Она расположена непосредственно к северу от предыдущей. В нее входят кварцевые жилы Юбилейного и Сибзолотовского участков.

В целом для кварцевых жил этой зоны чрезвычайно характерна простота минералогического состава руд. Основными рудными минералами являются пирит, сфалерит, галенит, золото. При минералогическом изучении было установлено отсутствие в рудах минералов се-

ребра, висмута и другой поздней сульфидной минерализации, что подтверждается также и спектральными анализами руд.

Спектральными анализами березитов и пирита устанавливается, что основными наиболее характерными элементами-примесями в этой зоне являются свинец и цинк, присутствие которых обусловлено механической примесью галенита и сфалерита. Иногда устанавливаются повышенные содержания меди (Алтайская жила), что обусловлено механической примесью халькопирита. Остальные элементы-примеси или совершенно отсутствуют, или спорадически создают крайне незначительные концентрации (до 0,003%). Золото в рудах обычно крупное. Нередко оно создает видимые выделения. Парагенетически оно тесно связано с жильным кварцем и на многих участках создает богатые концентрации в бессульфидном кварце. Но, с другой стороны, отмечается также обогащение золотом и участков кварцевых жил с умеренным или высоким содержанием сульфидов. Но и в этих случаях под микроскопом можно видеть, что золото парагенетически нередко связывается не с сульфидами, а с жильным кварцем. Таким образом, устанавливается довольно слабая парагенетическая связь золота с сульфидами. Это обстоятельно обусловливает отмечающуюся иногда на этом участке слабую золотоносность участков жил с высоким содержанием в них поздних сульфидов.

Характерным признаком кварцевых жил является также распределение в них золота. Аналитическим выражением степени неравномерности оруденения, как известно, является коэффициент вариации. Для кварцевых жил, располагающихся на площади описываемой зоны, эта величина оказывается наиболее высокой и изменяется от 142 до 402%, составляя в среднем 253% по 20 подсчетам.

Полиметаллическая зона. Она расположена к северу от предыдущей зоны и охватывает кварцевые жилы Центрального рудного узла, а также Эрзерумскую жилу, расположенную несколько севернее последнего.

Для этой зоны характерен наиболее сложный минералогический состав. Главными рудными минералами здесь являются пирит, марказит, пирротин, халькопирит, арсенопирит, сфалерит и галенит. Но кроме них при микроскопических исследованиях устанавливается довольно широкое распространение висмутовой, серебряной, мышьяково-сурьмяной и золото-теллуровой минерализации. Она представлена самородным висмутом и серебром, аргентитом, висмутином, эмплекти-том, энаргитом, блеклыми рудами, калаверитом, сильванитом и др. минералами.

Спектральные анализы березитов, пирита, арсенопирита, сфалерита и галенита подтверждают данные минералогического изучения руд. Они показывают, что кварцевые жилы описываемой зоны отличаются чрезвычайно широким комплексом элементов-примесей. Из их числа наиболее характерны элементы полиметаллического комплекса: свинец, цинк, медь, серебро, висмут, мышьяк; в небольших количествах устанавливается никель, сурьма, спорадически молибден и др.

Золото в описываемой зоне значительно мельче по сравнению с предыдущей зоной. При этом видимое золото встречается здесь исключительно редко. Основная масса его образует выделения размером от 0,001 мм до 0,1 мм. Парагенетически оно тесно связано с сульфидами: пиритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом и другими. Лишь изредка устанавливается связь золота с жильным кварцем, но и в этих случаях оно располагается в кварце вблизи выделений сульфидов.

Распределение золота в жилах является более равномерным по сравнению с предыдущей зоной. Коэффициент вариации изменяется от 92% до 239%, составляя в среднем по 7 подсчетам 160%.

Сурьмяная зона. Она охватывает крайнюю северную часть рудного поля. В нее входят кварцевые жилы Октябрьского и Дорожного участков: Веселая, Тысячная, Сибзолотовская 11, Алмазная, Миллионная, Дорожная и ряд других.

Руды этих жил характеризуются несколько более простым составом по сравнению с рудами полиметаллической зоны. Основными рудными минералами здесь являются пирит, арсенопирит, сфалерит, галенит, иногда халькопирит, блеклые руды и др. Особенно характерным является высокое содержание в жилах арсенопирита, который на некоторых участках представляет собой основной рудный минерал. А. Я. Булынников [1] отмечал вполне промышленное содержание мышьяка в этих жилах.

Содержание элементов-примесей в минеральных образованиях этой зоны характеризуется в первую очередь присутствием компонентов полиметаллического комплекса (свинец, цинк, медь). Наряду с ними чрезвычайно характерной примесью в березитах, пирите и арсенопирите является сурьма. Наиболее высокие ее концентрации устанавливаются в рудах Веселой и Тысячной жил. Например, во всех проанализированных пробах арсенопирита из Веселой жилы содержание ее составляет около одного процента. Следует отметить, что сурьмяных минералов даже при максимальных увеличениях в масляной иммерсии не было обнаружено.

Золото в кварцевых жилах сурьмяной зоны очень мелкое. Размер отдельных золотин во всех отмеченных случаях не превышал 0,005 мм. Парагенетически золото очень тесно связано с сульфидами и отмечалось при минералогических исследованиях лишь в тесной парагенетической ассоциации с ними, главным образом с арсенопиритом. В ассоциации с жильным кварцем золото здесь не встречалось. Характер распределения металла в кварцевых жилах является еще более равномерным по сравнению с предыдущей зоной. Коэффициент вариации для этой зоны варьирует от 121 до 162%, составляя в среднем на основании 5 подсчетов 140%.

Таким образом, из описания проявления горизонтальной зональности можно сделать вывод, что при движении с юга на север наблюдается закономерное изменение минералогического состава руд, комплекса элементов-примесей в березитах и основных рудообразующих минералов, а также морфологических особенностей выделений золота, его парагенетических связей с другими минералами и характера распределения в кварцевых жилах.

Попутно отметим, что попытка установить аналогичными методами проявления вертикальной зональности по отдельным кварцевым жилам рудного поля оказалась безуспешной. Поэтому в дальнейшем на этом мы останавливаться не будем.

Заключение

В настоящее время не существует общепринятой теории горизонтальной и вертикальной зональности. Поэтому различные авторы поразному подходят к объяснению этого явления. Я. Кутина [7] выделяет два типа зональности: 1 — моноасцедентная и 2 — полиасцедентная. К первому типу он относит зональность, созданную при непрерывном поступлении растворов. К типу полиасцедентной зональности относится зональность, возникшая в результате прерывистого поступления растворов. В. И. Смирнов [5] выделяет шесть типов зональности: 1 — зональность повторных тектонических разрывов, 2 — зональность тектонического раскрывания, 3 — зональность внутрирудного метасоматоза.

4 — зональность состава пород, 5 — зональность фильтрации, 6 — зональность отложения. Первые три типа зональности соответствуют понятию полиасцедентной зональности, а последние три типа — понятию моноасцедентной зональности Я. Кутины.

Характерной чертой проявления зональности в Центральном рудном поле является равномерное развитие стадий минерализации в различных частях рудного поля, что обусловливает единство состава основных минеральных ассоциаций в различных участках рудного поля. Поэтому первые три типа зональности, по В. И. Смирнову, обусловленные последовательным развитием внутрирудной тектоники, для объяснения описанной зональности совершенно не подходят. Объяснение описанному явлению следует, по-видимому, искать в зональности отложения. Г. Тишендорф [6] отмечает, что распределение элементов-примесей является важным критерием в пользу моноасцедентной зональности по Я. Кутине (зональность отложения по В. И. Смирнову). Объяснение этой зональности связано с постепенным изменением физико-химических условий в пространстве (температура, давление и т. д.). Их изменение могло изменять скорость и направление химических реакций, разрушать химические комплексы, а это, в свою очередь, могло влиять на степень миграции отдельных металлов.

Анализ приведенной схемы зональности в рудном поле позволяет предполагать, что описанная зональность является отражением изменения физико-химических условий рудоотложения, обусловленного различным температурным режимом, существовавшим в различных частях рудного поля. При этом наиболее высокотемпературные условия существовали, по-видимому, в южной части рудного поля (центральная часть интрузивного массива), а сурьмяная зона, расположенная в крайней северной части рудного поля, отражает более низкотемпературные условия, существовавшие в северной части интрузивного массива. Такое распределение зон может служить одним из доводов в пользу генетической связи оруденения с породами мартайгинского комплекса, к которым относится и Центральнинский гранодиоритовый массив.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Я. Булынников. Мышьяковые месторождения Западной Сибири. Вестн. ЗСГРТ, № 1, 1934.
2. А. Я. Булынников. Золоторудные формации и золотоносные провинции Алтае-Саянской горной системы. Томск, 1948.
3. Т. М. Дембо. Явления анатексиса, гибридизма и ассимиляции в каледонской гранодиоритовой интрузии северной части Кузнецкого Алатау. Сов. геол., № 51, 1956.
4. Н. А. Розанова. О взаимоотношениях даек меланократовых пород с золотым оруденением на Центральном месторождении (Кузнецкий Алатау). Геол. рудн. м-ний, № 2, 1959.
5. В. И. Смирнов. Типы гипогенной зональности гидротермальных рудных тел. Генетич. пробл. руд. Докл. сов. геологов на XXI сесс. МГК, Госгеолтехиздат, 1960.
6. Г. Тишендорф. Применение рассеянных элементов в качестве критерия для определения зональности эндогенных постмагматических формаций. Сб. Пробл. постмагм. рудообразования, т. 11, Прага, 1965.
7. J. Kutina. A contribution to the classification of zoning in ore veius. — Univ. Carol., Geol., v. 3, N 3, 1957.