

## Озерное колчеданно-полиметаллическое месторождение

Д.И. Царев

Озерное месторождение открыто в 1961 г. геологами Бурятского геологического управления при поисках железных руд в Еравнинском районе Республики Бурятия. В 1969 г. была завершена его детальная разведка под руководством А.С. Филько, П.Ч. Шобогорова, Р.С. Тарасовой.

Изучением его генетических особенностей занимались научные сотрудники ЦНИГРИ (А.А. Малаев, Е.П. Миронов, Л.П. Хрянина, И.В. Крейтер), Института геологии и геофизики (Э.Г. Дистанов, К.Р. Ковалев, А.И. Бусленко), ВСЕГЕИ (В.С. Кормилицин), ВостСНИИГГиМСа (Г.А. Феофилакт, А.Н. Житков, А.Я. Кравчинский, В.П. Арсентьев, Е.А. Намолов), Бурятского геологического института (Д.И. Царев, А.П. Фирсов, М.А. Нефедьев, И.Л. Васильев, Г.С. Рипп). Все перечисленные исследователи по своим воззрениям разделились на две группы. Одна из них воспринимала происхождение этого крупнейшего в СССР полиметаллического месторождения колчеданного типа как гидротермально-осадочное, другая — гидротермально-метасоматическое.

### Геологическое строение рудного узла

Озерное месторождение совместно с 17 месторождениями и рудопоявлениями свинца, цинка, меди, железа, золота, серебра, барита, марганца, бора и апатита расположено в нижнекембрийском вулканогенно-карбонатном останце кровли палеозойских гранитов размером 22x10 км, образуя так называемый Озернинский рудный узел. Шлейф подобных останцов с полиметаллическим оруденением тянется в юго-западном направлении от р. Витим в Западном Забайкалье до верхнего течения р. Джиды в Южном Прибайкалье, образуя линейную металлогеническую (полиметаллическую) Джидино-Витимскую зону, сходную по геологической ситуации с Приаргунским полиметаллическим поясом в Восточном Забайкалье, выделенным С.С. Смирновым (Смирнов, 1961). Располагается она в юго-восточном крыле регионального Джидино-Витимского разлома (рис. 1).

В этой зоне в настоящее время известно около 40 объектов полиметаллического оруденения, в том числе одно крупное (Озерное). Вмещающими породами Озерного месторождения и всего Озернинского рудного узла являются известняки, андезитовые, андезито-базальтовые и базальтовые порфириды, их туфы и туффиты, отнесенные к олдындинской свите нижнего кембрия (Є<sub>1</sub> ol).

Вмещающей останец нижнекембрийских пород структурой является горст, ограниченный с севера-запада Зазинской, а с юго-востока Еравнинской впадинами, выполненными меловыми терригенными и вулканогенными отложениями. Кроме нижнекембрийских пород, в останце сохранились от эрозии небольшие участки вулканогенных и вулканогенно-

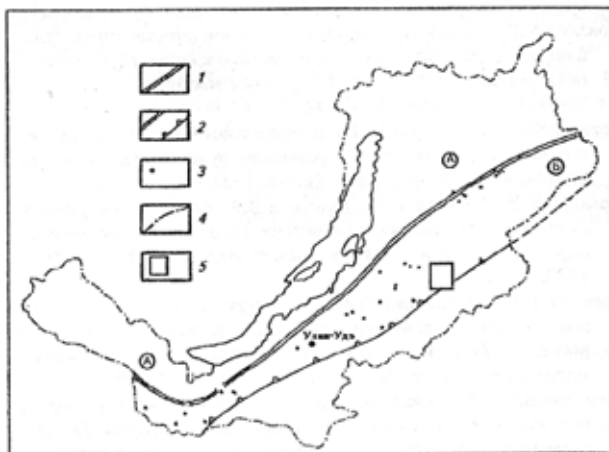


Рис. 1. Схема размещения Джидино-Витимской полиметаллической зоны в Западном Забайкалье:

области: А — Саяно-Байкальская металлогеническая, Б — Западно-Забайкальская металлогеническая; 1 — граница между металлогеническими областями — Джидино-Витимский разлом; 2 — контуры Джидино-Витимской полиметаллической зоны; 3 — полиметаллические объекты и их номер; 4 — граница территории Республики Бурятия; 5 — контуры Озернинского рудного узла

осадочных образований, датируемых условно PZ<sub>3</sub>-MZ<sub>1</sub> и залегающих с несогласием на отложениях олдындинской свиты.

Геологическое строение Озернинского рудного узла и положение в нем Озерного месторождения показаны на рис. 2.

Оруденение Озерного месторождения представлено двенадцатью рудными телами протяженностью от 1300 до 2340 м и мощностью от 1-2 до 30-45 м. Форма рудных тел: пластообразная, ленточная, линзовидная, сложной конфигурации с разветвлением. Отмечаются раздувы мощности рудных тел и увеличение содержания свинца у контактов с дайками и субвулканическими телами. Рудные тела располагаются один под другим и образуют в целом структуру коробчатой формы, приспособившаяся к экранирующим субвулканическим интрузиям. Оруденение выходит на поверхность, перекрываясь четвертичными отложениями; на глубину оно прослежено до 350 м. Вышедшие на поверхность рудные тела окислены (рис. 3).

Минералого-геохимический состав руд. Месторождение по минеральному типу относится к колчеданному галенит-сфалерит-пиритовому. Главные минералы: пирит, сфалерит, галенит, барит, сидерит, магентит. Второстепенные минералы: анкерит, гематит, арсенопирит, халькопирит, пирротин, марказит, блеклые руды, самородное серебро, аргентит, золото, борнит, станнин. Нерудные минералы: кварц, кальцит, доломит, рудохрозит, серицит, хлорит, флюорит, сфен, эпидот, актинолит, апатит, циркон, альбит, калишпат.

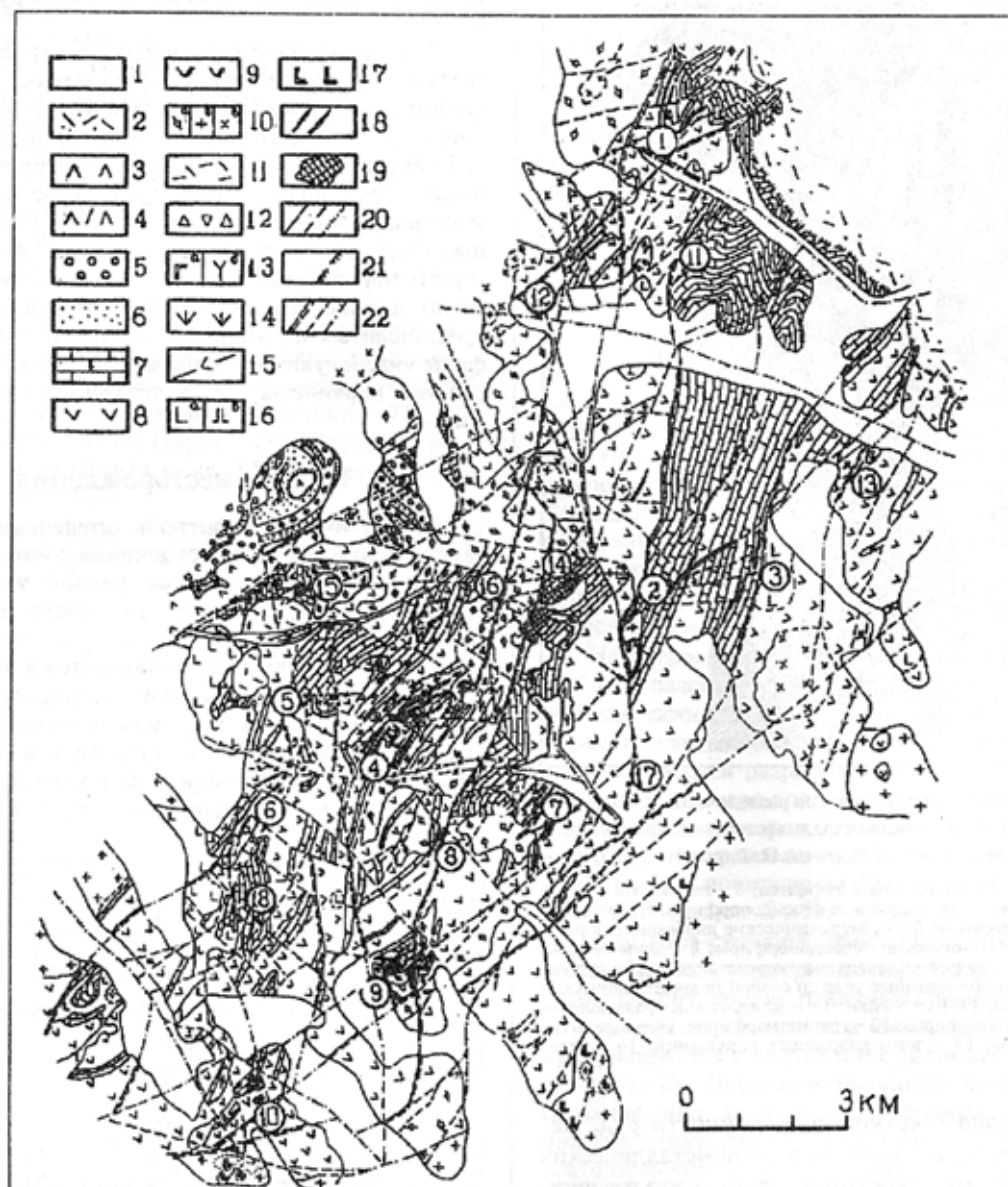


Рис. 2. Геологическая карта Озеринского рудного узла (по данным Д.И. Царева и А.П. Фирсова с использованием материалов М.А.Нефедьева, Л.Л.Зоричевой, Г.И.Дорошкевича, Р.С.Тарасовой, А.С.Мартоса, В.А.Варламова, А.Н.Донца, Т.Т.Кузнецовой и др.):

стратифицированные породы: 1 – четвертичные отложения; верхний палеозой – нижний мезозой: 2 – ортофиры и их туфы, 3 – трахиандезиты, 4 – туфы смешанного состава, 5 – конгломераты базальные с галькой интрузивных пород, 6 – аркозовые и сероцветные песчаники; нижний кембрий ольдындинской свиты: 7 – известняки органогенные и хемогенные с прослоями туфов и туффитов, 8 – туфы, туффиты и лавы андезитовых, андезито-базальтовых и, редко, базальтовых порфиритов с прослоями известняков, 9 – дацитовые порфиры; интрузивные породы: верхний палеозой – мезозой: 10 – субвулканические флюидопорфиры (а), граниты и гранит-порфиры (б), сиениты и сиенит-порфиры (а), 11 – экструзивные порфиры массивные, флюидальные, сфероидные, 12 – жерловые (предположительно) брекчии, 13 – субщелочные габбро-долериты (а), трахидолериты (б); средний – верхний палеозой: 14 – субвулканические диабазовые порфиры, 15 – дайки андезитовых порфиритов; нижний палеозой, атарханский комплекс: 16 – кварцевые диориты (а), адалелиты (б) второй фазы, 17 – габбро и габбро-диориты первой фазы; 18 – рудные тела месторождений; 19 – железные шляпы зон окисления; 20 – геологические границы: установленные под рыхлыми отложениями, постепенные; 21 – границы несогласного залегания; 22 – разрывные нарушения: основные, оперяющие, скрытые под наносами; номера месторождений (цифры в скобках): 1 – Ульдузтуйское-1 колчеданно-полиметаллическое, 2 – Солонго-Магнетитовое цинково-железное, борное, 3 – Назаровское колчеданно-цинковое с магнетитовыми и гематитовыми телами, 4 – Озерное колчеданно-полиметаллическое, 5 – Северо-Гурияунурское железное (апатит-магнетитовое), 6 – Гурияунурское железное (апатит-магнетитовое), 7 – Звездное колчеданно-полиметаллическое, 8 – Аришинское медно-железное (халькопирит-магнетитовое), 9 – Гундуйское медно-барит-железное (барит-халькопирит-магнетитовое), 10 – Турхульское медно-барит-железное (барит-халькопирит-железное); рудопроявления (цифры в скобках): 11 – Ульдузтуйское-2 колчеданно-полиметаллическое, 12 – Горхонское магнетитовое, 13 – Юбилейное магнетитовое, 14 – Октябрьское – “железная шляпа”, 15 – Тажское – “железная шляпа”, 16 – Васильковское колчеданное, 17 – Майское магнетитовое, 18 – Солнечное полиметаллическое

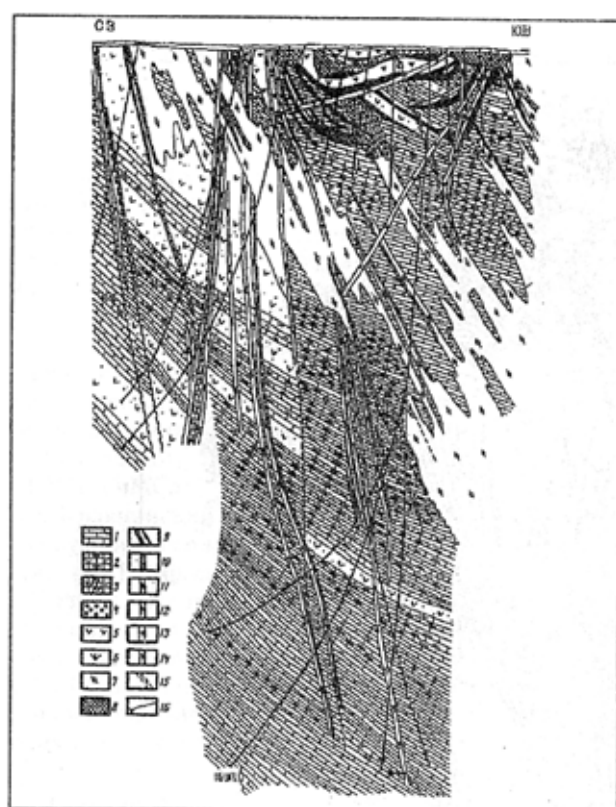


Рис. 3. Геологический разрез по разведочной линии 30 Озерного колчеданно-полиметаллического месторождения (составили Д.И.Царев, А.П.Фирсов):

1 – известняки; 2 – известковые туффы; 3 – глинистые и углистые известняки; 4 – бескварцевые флюидопорфиры; 5 – туфы андезитовых порфиров; 6 – субвулканические диабазовые порфиры; 7 – субвулканические флюидопорфиры; 8 – зоны окисления сульфидных руд; 9 – колчеданно-полиметаллические рудные тела; 10 – серно-колчеданные тела со слабой полиметаллической минерализацией; 11–14 – дайки: 11 – долеритов и трахидолеритов, 12 – сиенит-порфиров, 13 – гранит-порфиров, 14 – андезитовых порфиров; 15 – зоны разрывных нарушений; 16 – скважины

**Структурно-текстурные особенности руд.** Характерной чертой колчеданно-полиметаллических руд Озерного месторождения является микрозернистость. Это тончайшие сростки пирита, галенита, сфалерита и нередко магнетита. Как правило, пирит отличается большей идиоморфностью, даже тогда, когда он замещает магнетит. Наибольшим ксеноморфизмом обладает галенит и формируется он несколько позднее, чем пирит и сфалерит.

Микрозернистые структуры руд характерны для пологих пласто- и линзообразных рудных тел. Для крутопадающих и прожилков типичны мелко-, средне- и крупнозернистые структуры, нередко с порфиробластическими выделениями пирита.

Микрозернистые структуры чаще встречаются в рудах, развившихся по тонкозернистым туффитам и углеродистым пелитоморфным известнякам; в крупнозернистых туффитах и туфах, а также в кристаллических светлых известняках зернистость руд увеличивается. Увеличена она в эндоконтактах и со-

рванных экзоконтактах экранирующих рудные тела дайках.

Текстуры руд имеют широкие вариации – это массивные, полосчатые (слоеподобные), брекчиевидные, обломковидные, включенные в экранирующие породы, прожилковые, вкрапленные, прожилково-вкрапленные, петельчатые, перекрестнополосчатые и др. В подавляющем количестве встречаются массивные, полосчатые и брекчиевидные. Массивные текстуры руд чаще всего развиты в массивных горных породах, полосчатые – в тонкослоистых туффитах и зонах рассланцевания, брекчиевидные – в трещиноватых и дробленых горных породах. Сульфиды унаследуют текстуры замещаемых горных пород как первичных, так и тектонически нарушенных.

### Генезис месторождения

**Магматический контроль оруденения.** Тесная связь различных типов оруденения с магматическими породами в Озернинском рудном узле хорошо иллюстрируются картой интрузивного магматизма и оруденения (рис. 4).

Рудные месторождения находятся в пространственной близости с интрузивными телами, а в некоторых случаях руды даже накладываются на них. Озерное, Звездное, Ульдзутуйское-1 и 2, Солнечное, Таежное и Октябрьское полиметаллические месторождения и рудопоявления, а также Тур-



Рис. 4. Карта интрузивного магматизма и оруденения Озернинского рудного узла (по данным Д.И.Царева и А.П.Фирсова):

Условные обозначения см. на рис. 2

хульское, Аришинское и Гундуйское медно-железородные месторождения пространственно связаны с выходами субвулканических тел кварц-плагиоклазовых порфиров (флюидопорфиров). Другие месторождения и рудопоявления пространственно связаны с лейкократовыми гранитами (Солонго-Магнетитовое), с кварцевыми диоритами (Назаровское колчеданно-цинковое, Гурвунурское апатит-магнетитовое). Эта закономерность убедительно показывает всю несостоятельность гипотезы доинтрузивного происхождения оруденения Озернинского рудного узла.

На рудных месторождениях различных типов, в том числе и на колчеданно-полиметаллических, в тесной связи с оруденением часто встречаются субвулканические тела порфиров (Иванкин, 1970; Попелов, Лапухов, 1971; Царев, 1983; Царев, Фирсов, 1988; Kanabara Hiroshi et al., 1984; Nelson, Payne, 1984; Patoska, 1983).

Флюидопорфиры Озернинского рудного узла впервые были описаны Л.П. Хряниной (1967). В наших работах (Царев, 1983; Царев, Фирсов, 1988) приводятся данные о том, что флюидопорфиры представляют собой магматические тела, сформированные потоками трансмагматических флюидов в разрывных нарушениях. Потоки трансмагматических флюидов, проходя через очаг магмы основного состава, дебазифицируют ее посредством метаматических процессов (Коржинский, 1966). Восходящие флюидонасыщенные потоки дебазифицированной магмы с флюидной головной частью метасоматически преобразуют горные породы, превращая их в кремнещелочные метасоматиты и во флюидопорфиры. Возникающая гидротермальная система способствует извлечению из расплава и горных пород рудных компонентов. В кислых расплавах комбинированный коэффициент распределения  $Zn$  близок к 1,  $Pb$  — около 0,55–0,65, а  $Ba$  — около 2, что свидетельствует о некотором накоплении свинца и обеднении барием расплава в ходе кристаллизации и индифферентном поведении цинка (Рябчиков, 1975). Коэффициент распределения между флюидом и расплавом равен 2 (Малинин, Хитаров, 1984; Holland, 1972). Он будет накапливаться преимущественно во флюиде. Для извлечения  $Zn$  из магматической системы важно раннее начало дистилляции, когда основная часть  $Zn$  еще не связана в порообразующих минералах. В отличие от  $Zn$ ,  $Pb$  накапливается в остаточном расплаве, и при прочих равных условиях концентрация  $Pb$  должна возрастать в более поздних порциях флюида. Это подтверждается очередностью выделения сфалерита и галенита в рудах Озерного и других месторождений колчеданного типа.

Изменение флюидного (водного) давления в ходе развития магматической системы вызывает изменение режима серы. Показатель  $f_{SO_2} / f_{H_2S}$  находится в обратной зависимости от  $P_{H_2O}$  и при падении давления воды резко возрастает из-за очень слабой растворимости  $SO_2$  в расплаве. Это приводит к резкому перераспределению  $S$  в пользу флюида (Holland, 1972). При возможном уходе из расплава

водорода, образующегося при диссоциации воды, может еще больше повыситься  $f_{O_2}$ , а следовательно, и  $f_{SO_2} / f_{H_2S}$ , что способствует полному извлечению серы из расплава. С падением температуры  $SO_2$  гидролизуются с образованием  $H_2S$  и  $H_2SO_4$ , давая сульфиды и сульфаты (Геохимия гидротермальных..., 1982; Рябчиков, 1975). Сульфидно-ангидритная ассоциация характерна для колчеданных месторождений, в том числе для Озерного. Ниже температуры 300–500 °C (в зависимости от  $f_{O_2}$ ) сульфидная форма серы становится преобладающей (Рябчиков, 1975).

Первоначальным источником рудного вещества, по-видимому, являются недифференцированные магмы основного состава и образуемые ими горные породы. Флюидопорфиры играли промежуточную роль между основными магмами, породами и преобразующими их трансмагматическими растворами. Тесная пространственная связь флюидопорфиров с породами основного состава (диабазовыми порфиридами, долеритами) и наличие реликтов основных пород во флюидопорфирах подтверждают такое представление.

На Озерном месторождении пологопадающие рудные тела залегают среди апофиз, разветвляющихся в верхней части флюидопорфиров (см. рис. 3, 5). Тело падает на юго-восток согласно преобладающему падению сместителей разрывных нарушений и зоны расщеливания северо-восточного направления. Рудные тела Озерного месторождения контролируются флюидопорфирами, располагаясь конформно между его апофизами, и примерно на 50% — диабазовыми порфиридами (см. рис. 3 и 5).

Литолого-стратиграфический контроль оруденения. На всех месторождениях Озернинского рудного узла оруденение различных типов локализуется в пачках карбонатных и известковистых пород и приурочивается к контактам с силикатными породами (рис. 6). Бурением большого числа глубоких скважин при поисково-разведочных работах на нижних стратиграфических горизонтах различных тектонических блоков вызывающего интерес оруденения не встречено. Это обстоятельство свидетельствует о том, что оруденению подверглись только верхние горизонты горных пород после их дислокации независимо от величины поднятия и опускания различных блоков, т.е. независимо от стратиграфических уровней. Тем не менее оруденение в какой-то мере подчиняется стратиграфическим уровням, а именно: больше его сосредоточено в верхах олдындинской свиты, так как эта часть более насыщена карбонатными осадками. Кроме того, развитие оруденения только лишь в верхних карбонатных частях дислоцированного останца нижнепалеозойских пород, на котором с угловым несогласием залегают отложения верхнего палеозоя — мезозоя — убедительное доказательство приуроченности его к межформационному стратиграфическому горизонту. Следовательно, оруденение возникло в то время, когда на верхнепротерозойско-нижнепалеозойском дислоцированном фундаменте уже сформировался верхне-

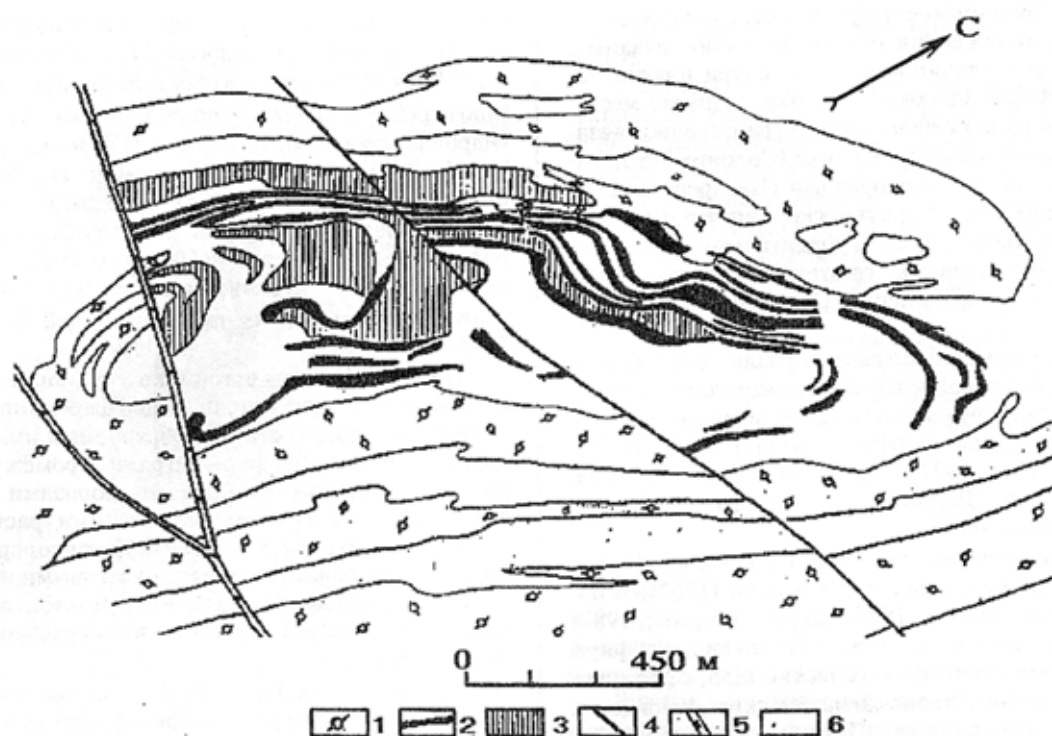


Рис. 5. Контроль рудных тел Озерного колчеданно-полиметаллического месторождения интрузивными телами:

1 – флюидопорфиры; 2 – рудные тела; 3 – диабазовые порфириты; 4 – Центральный разлом; 5 – дайки сиенит-порфира; 6 – вмещающие породы (известняки, туфы, туффиты)

палеозойско-мезозойский чехол. А это означает, что оруденение не может быть гидротермально-осадочным и нижнекембрийским, как многие считают. По геологическим данным оно является верхнепалеозойско-мезозойским, что подтверждается еще и палеомагнитными данными (Жидков, Кравчинский, 1985). Наименьший эрозионный срез нижнекембрийского останца, естественно, вблизи верхнепалеозойско-мезозойского чехла. Эти выводы подтверждаются еще и тем, что рудные месторождения, отстоящие от “островов” чехла, срезаны эрозией глубже, чем находящиеся поблизости. Примером этому могут служить Гундуйское и Турхульское месторождения, на которых обнажаются корневые части, представленные железным и медно-баритовым оруденением, характерным для более глубоких зон полиметаллических месторождений.

**Структурный контроль оруденения.** Нетрудно убедиться, что приуроченность оруденения к синклинальным структурам объясняется четким литологическим контролем. Рудные тела всех известных в рудном узле месторождений локализуются в карбонатных породах (см. рис. 6), а карбонатные породы слагают в основном верхнюю часть олдындинской свиты и сохранились от древней эрозии, естественно, больше в синклинальных структурах.

Определяющей формой разрывных тектонических движений в Озернинском рудном узле являются взбросы как результат сжатия в направлении северо-запад – юго-восток. Следствием этого сжатия

явилось растяжение в направлении северо-восток – юго-запад с образованием трещин отрыва, выполненных дайками различного состава и диагональных трещин скола (Центральный разлом).

Разломы северо-восточного и субмеридионального простираний наиболее древние и долгоживущие магмо- и рудолокализирующие. Субвулканические тела флюидопорфиров, с которыми парагенетически связаны полиметаллические месторождения, приурочены к разломам северо-восточного простирания. Разломы субширотного и северо-западного простираний более молодые, обусловившие небольшие сдвиговые и сбросовые деформации и трещины отрыва. Последние являются магмовыводящими. Среди них практически нет рудолокализирующих. Это обстоятельство во многом способствовало распространению точки зрения о том, что разломы данной ориентировки имеют послерудный возраст. Однако некоторые рудные тела возле разломов и даек субширотного и северо-западного простираний меняют конфигурацию, увеличивают мощность и содержат повышенную концентрацию рудных компонентов. Следовательно, разрывные нарушения северо-западного и субширотного направлений являются дорудными и экранируют рудные тела. Искать “сброшенное оруденение” в соседних блоках в связи с этим не имеет смысла.

**Метасоматический контроль оруденения.** Широкое развитие метасоматизма на Озернинском рудном узле вызвано широким проявлением магматиз-

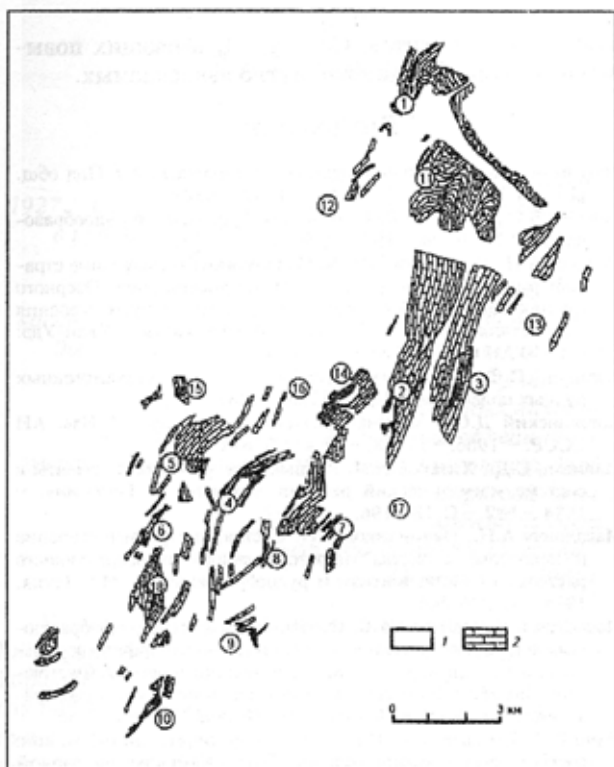


Рис. 6. Карта выходов силикатных и карбонатных вмещающих горных пород и рудных тел Озернинского рудного узла:

1 — силикатные породы; 2 — известняки; остальные условные обозначения см. на рис. 2

ма и разрывной тектоники, позволявшим возбудить большой теплообмен недр с поверхностью земной коры и вызвать массовую фильтрацию растворов. Площадь выходов метасоматитов на современную дневную поверхность составляет около 30% площади всей территории останца.

Всдуший вещественной формой метасоматитов в Озернинском рудном узле является кремнещелочная. По температурам образования процесс их формирования протекал от высокотемпературного, сформировавшего скарны магматического и постмагматического этапов и перешедшего к магматическому замещению пород повышенной основности, до низкотемпературного, вызвавшего аргиллизацию и карбонатизацию магматических и пирокластических горных пород.

Средне-низкотемпературный метасоматизм выщелачивания на Озернинском рудном узле наиболее широко распространен в виде кварц-серицитовых, кварц-хлорит-серицитовых, кварц-хлорит-серицит-карбонатных, кварц-серицит-карбонатных, кварц-альбит-серицитовых, микроклин-альбитовых и кварц-микроклин-серицитовых метасоматитов.

Большую долю в околорудном изменении горных пород заняли железо-магнезиально-марганцовистые карбонаты (сидерит, анкерит и доломит) и железо-магнезиально-силикатные (хлориты) метасоматиты осаджения.

В Озернинскую систему метасоматоза мы включаем

продукты очагов основной магмы различных уровней глубины и вмещающие оруденение породы. Щелочи и тепло приносились извне. Под действием щелочей и кремния происходила дебазификация основной магмы и магматическое замещение горных пород с образованием гранитоидов. В верхних горизонтах на уровне формирования месторождений происходили альбитизация и калишпатизация горных пород под воздействием растворов ранней щелочной волны, сменяющиеся серицитизацией и окварцеванием стадии кислотного выщелачивания. Выносимые Mg, Fe, Mn, Ca формировали скарны, хлориты, сидерит, доломит, анкерит, магнетит. Освобождающаяся углекислота повышала кислородный потенциал раствора — образовывался гематит.

Источник серы — проблематичен. Им могли быть и вмещающие органогенные известняки и очаги базальтовой магмы. Соотношения изотопов ее указывают на то и другое (Рипп и др., 1975), если по изотопам вообще можно судить об источнике серы. При понижении температуры растворов и повышении при этом активности серы образование оксидов железа сменялось отложением его сульфида — пирита. Вслед за пиритом выделялся сфалерит, в незначительной мере халькопирит и (последним) галенит.

Формирование сульфидов в колчеданно-полиметаллических рудах по термобарометрическим исследованиям в массовых количествах происходило в интервале температур 250–150 °C (Царев, Фирсов, 1988). Этот диапазон захватывает аномальные точки инверсии воды 250 и 160 °C, в которых растворимость сульфидов не зависит от концентрации кислотно-щелочных компонентов растворителя (Масалович, Овчинников, 1974).

### Факторы размещения и критерии поисков оруденения в Джидино-Витимской зоне

Как отмечено выше, общим фактором 1-го порядка размещения всех месторождений и рудопроявлений Озернинского рудного узла является поверхность несогласия между нижнепалеозойским фундаментом и верхнепалеозойско-мезозойским чехлом. Эта геологическая структура представляет собой дислоцированный, хорошо проницаемый для магмы и флюидов блок вулканогенных, вулканогенно-осадочных и осадочных пород — фундамент и слабодислоцированный, плохопроницаемый вулканогенный чехол, служащий экраном. Все месторождения и рудопроявления рудного узла размещаются в плоскости сочленения фундамента и чехла, где происходило скопление ювенильных и вадозовых гидротерм. Поисковое бурение скважин показало, что оруденение на значительную глубину не распространяется. Рудные залежи Озерного месторождения располагаются до глубины 350 м, крутопадающие Назаровского — в основном до 500 м, Ульдзутуйские руды погружаются до глубины 200 м и т.д.

Общими факторами 2-го порядка локализации оруденения являются: 1) зоны повышенной проницаемости земной коры, выявившиеся по сгущенным вы-

ходам интрузивных тел (субвулканических флюидопорфиров, даек и штоков других пород), а также по наличию значительных площадей метасоматического изменения пород; 2) литологический фактор — благоприятные для нейтрализации кислых растворов известняки и известковистые туффы.

Факторами 3-го порядка в размещении оруденения можно считать структурные ловушки: 1) локальные экраны; 2) участки разуплотнения горных пород; 3) резкие изгибы слоев; 4) полости отслоения. Для Озерного месторождения частными факторами размещения оруденения являются: 1) пологопадающее тело интрузии диабазовых порфиров, экранирующее рудные тела; 2) пологий сместитель надвига, вдоль которого внедрилась магма диабазовых порфиров (см. рис. 5); 3) контакты вулканогенных пород с пластами известняков.

На Озернинском рудном узле поисковые работы следует сосредоточить под верхнепалеозойско-мезозойскими образованиями (экранами), залегающими на нижнекембрийских вулканогенно-карбонатных породах. В Джидино-Витимской зоне в целом — на силикатно-карбонатных останцах. За пределами этой зоны в Западном Забайкалье полиметаллическое оруденение искать не следует.

Технологические свойства руд. Руды Озерного месторождения в связи с их микрзернистостью относятся к труднообогатимым. Для них разработана особая технология флотации с извлечением в концентрат до 80% металла: Pb — 72-76%, Zn — 67-76%, пирит — 52-54%. В Институте естественных наук Бурятского научного центра СО РАН разработана технология извлечения элементарной серы из пирита Озерного месторождения перегретым водяным паром. По технологическим свойствам выделяются: 1) сплошные (массивные и полосчатые), 2) брекчиевидные и 3) вкрапленные руды. Наиболее легко обогатимы вкрапленные руды.

Месторождение признано экономически выгодным при эксплуатации. Руды характеризуются: 1) сравнительно устойчивым количественным соотношением цинка и свинца при резком преобладании первого (Zn : Pb = 5-6 : 1); 2) высокой степенью концентрации главных компонентов; 3) небольшой изменчивостью содержания полезного компонента на глубину и по простиранию; 4) сравнительно ограниченным спектром сопут-

ствующих компонентов: Cd, Ag, Ti, имеющих повышенные концентрации и попутно извлекаемых.

## Литература

- Геохимия гидротермальных рудных месторождений / Под общ. ред. Х.Г.Барнса и др. — М.: Мир, 1982. — 622 с.
- Голубев В.С., Шарапов В.Н. Динамика эндогенного рудообразования. — М.: Недра, 1974. — 280 с.
- Жидков А.Н., Кравчинский А.Я. Палеомагнитное изучение стратиформных колчеданно-полиметаллических руд Озерного месторождения // Геология, минералогия и пути освоения полиметаллических месторождений Забайкалья. — Улан-Удэ: БФ СО АН СССР, 1985. — С. 78-84.
- Иванкин П.Ф. Морфология глубокоовскрытых магматогенных рудных полей. — М.: Недра, 1970. — 288 с.
- Коржинский Д.С. Метамагматические процессы // Изв. АН СССР. — 1966. — Т. 108. — № 4. — С. 878-882.
- Малинин С.Д., Хитаров Н.И. Рудные и петрогенные элементы в системе магматический расплав — флюид // Геохимия. — 1984. — №2. — С. 183-196.
- Масалович А.Н., Овчинников Л.Н. Состав, внутреннее строение и некоторые свойства гидротермального рудообразующего раствора // Метасоматизм и рудообразование. — М.: Наука, 1974. — С. 236-244.
- Поспелов Г.Л., Лапухов А.С. Строение и развитие рудообразующих флюидных динамических систем с полиморфной зональностью (на примере Салаирского рудного поля) // Физические, физико-химические процессы в динамических рудообразующих системах. — Новосибирск: Наука, 1971. — С. 8-56.
- Рипп Г.С., Гурулев С.А., Грачев В.С. и др. Вариации изотопного состава серы в месторождении Саяно-Байкальской горной области // Докл. АН СССР. — 1975. — Т. 225. — №3. — С. 680-683.
- Рябчиков И.Д. Термодинамика флюидной фазы гранитных магм. — М.: Недра, 1975. — 232 с.
- Смирнов С.С. Полиметаллические месторождения и металлогения Восточного Забайкалья. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 507 с.
- Хрянина Л.П. Автомагматические брекчии Северной Бурятии // Геологическое строение некоторых медно-колчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождений Южного Урала, Кавказа и Забайкалья: Тр. ЦНИГРИ; Вып. 67. — М.: Недра, 1967. — С. 204-211.
- Царев Д.И. Генезис Озерного колчеданно-цинкового месторождения в Забайкалье // Изв. АН СССР. — 1983. — № 11. — С. 97-107.
- Царев Д.И., Фирсов А.П. Проблема формирования колчеданных месторождений (на примере Забайкалья). — М.: Наука, 1988. — 144 с.
- Holland H.D. Granites, solutions and Base metal deposits // Econ. Geol. — 1972. — Vol. 67, №3. — P. 69-82.
- Kanabara Hiroshi, Ichinose Tsutomu, Sugawara Mosuaki // Mining Geol. — 1984. — Vol. 34, №2. — P. 81-99.
- Nelson I., Payne I.G. Paleozoic volcanic assemblages and volcanogenic massive sulfide deposits near Tulsequah, British Columbia // Can. J. Earth Sci. — 1984. — Vol. 21, №3. — P. 379-381.
- Patoska F. Vulkanika loziska masivnich sulfidichqch rud // Vestn. Ustred. ustavu. geol. — 1983. — Vol. 58, №4. — P. 227-233.

\* \* \*