

## Благодатское рудное поле

Благодатское, Екатерино-Благодатское, Центральное, Воздвиженское месторождения входят в единое рудное поле и расположены близко друг от друга. Благодатское и Екатерино-Благодатское на глубине соединяются и практически представляют собой единое месторождение. Центральное месторождение находится в 5 км севернее Благодатского месторождения, Воздвиженское расположено в 16 км к северо-востоку от Благодатских месторождений, в 5 км к юго-западу от пос. Нерчинский Завод. Перечисленные месторождения относятся к Нерзаводской группе месторождений и имеют много сходных черт в геологическом строении и минеральном составе руд.

### Геологическая позиция месторождений

В геологическом строении месторождений (рис. 2) участвуют кембрийские осадочно-метамор-

фические и юрские отложения, прорванные изверженными породами верхнекембрийского цикла (Шолкин, Ленюк, 1963; Вольфсон, Кузнецов, 1959, Кузнецов, 1963; Ростов, 1965; Вольфсон и др., 1971).

Палеозойский разрез начинается алтачинской свитой, развитой в западной части площади месторождений и прослеживающейся вдоль Благодатского разлома в меридиональном направлении. Свита состоит из переслаивающихся терригенных и карбонатных пород, последние представлены доломитами с небольшим количеством кварца и глинистого материала. Филлитовидные и кварц-серцит-хлоритовые сланцы наиболее распространены, менее развиты песчаники и алевролиты.

Выше залегают породы нерчинско-заводской свиты, которые распространены главным образом в

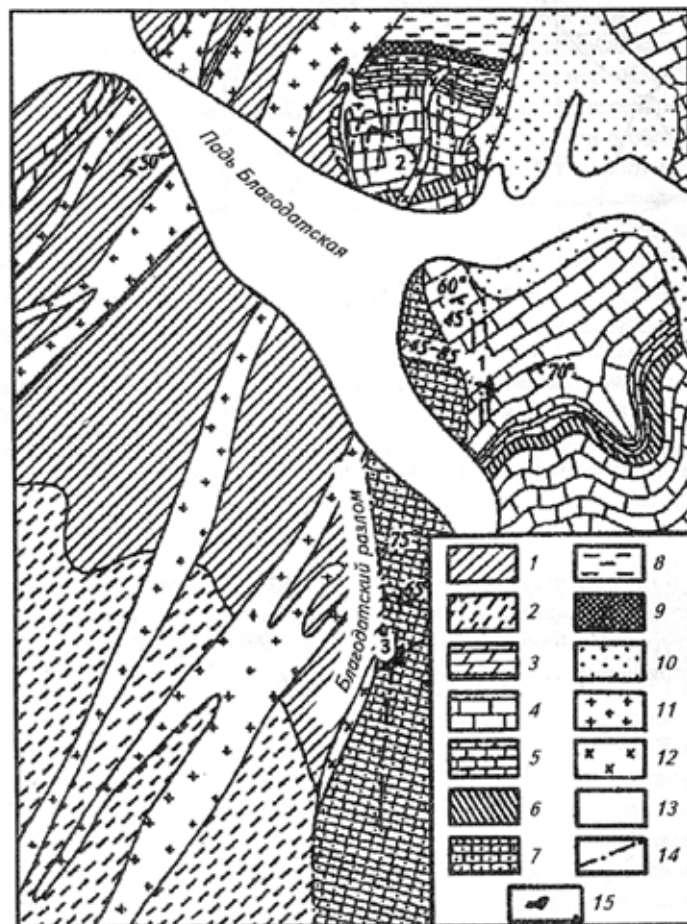


Рис. 2. Схема геологического строения Благодатского рудного поля (Кузнецов, 1963):

алтачинская свита (См2-S1?): 1 – глинистые алевролиты, 2 – серцит-хлоритовые сланцы, 3 – доломиты; нерчинско-заводская свита (См2-S1?): 4 – доломитизированные массивные известняки, 5 – известково-глинистые и глинистые сланцы, 6 – углистые сланцы и туфы, 7 – гидротермально-метасоматические доломиты; благодатская свита (S): 8 – аргиллиты, 9 – кварциты; юра (J1-2): 10 – песчаники, конгломераты, сланцы; верхнекембрийские интрузивные породы: 11 – плагиосиенит-порфиры, 12 – кварцевые порфиры, 13 – наносы, 14 – дизъюнктивные нарушения, 15 – выходы рудных тел на поверхность; цифры обозначают месторождения: 1 – Екатерино-Благодатское, 2 – Благодатское, 3 – Екатерино-Благодатского прииска

пределах месторождений и представлены доломитами и известняками, кремнистыми, кварц-серицитовыми, углистыми и серицит-кварцевыми сланцами. Граница алтачинской и нерчинско-заводской свит проходит по Благодатскому разлому. Общее простирание пород субширотное. В нерчинско-заводской свите макроскопически заметно отличаются от окружающих пород второй и четвертый горизонты, в составе которых преобладают сланцы. Они служат надежными маркирующими горизонтами. Наиболее распространенными породами на Благодатских месторождениях являются массивные, мелкозернистые серые доломиты третьего, так называемого продуктивного горизонта, к которому приурочены рудные тела. Он характеризуется тремя литологическими разновидностями пород: массивные серые доломиты, массивные белые доломиты и глинистые доломитовые известняки.

Выше по разрезу залегают породы благодатской свиты, представленные кварцитами и аргиллитами с прослоями известняков и сланцев.

В северо-восточной и частично в восточной частях на размытой поверхности палеозойских пород несогласно залегает калганская свита. Она сложена песчаниками с прослоями мелкогалечного конгломерата и глинистых сланцев, а также крупногалечными конгломератами.

Изверженные породы представлены отдельными телами кварцевых и бескварцевых порфиров и лампрофиров верхнекеммерийского возраста. Различные по составу дайки имеют значительную протяженность, простирание их близкое к меридиональному. К.Ф.Кузнецов (1963) отмечает, что дайки лампрофиров приурочены к тем же трещинным структурам, что и рудные тела, и нередко с ними контактируют. При этом лампрофиры почти полностью утрачивают свой первоначальный состав, замещаются кварцем, серицитом, хлоритом и карбонатом. Местами лампрофиры рассланцованы, пересекаются сульфидными и карбонатными прожилками.

### Рудоконтролирующие структуры, морфология и минеральный состав рудных тел

Палеозойские породы, развитые на Благодатских месторождениях, образуют синклиналиную складку, которая диагонально рассекается Центральным разломом, залеченным дайкой кварцевых порфиров. Крупными нарушениями в пределах месторождений являются Благодатский, Екатерино-Благодатский и Средний разломы. Последний установлен и описан В.Г.Ростовым (1965). Эти разломы имеют меридиональное простирание и восточное падение под углом 70-80°. Благодатский разлом почти на всем протяжении выполнен дайкой кварцевых порфиров и характеризуется широким ореолом окварцованных и доломитизированных карбонатных пород (см. рис. 2).

Екатерино-Благодатский разлом, прослежен-

ный восточнее месторождений, проявлен в виде зоны смятия с перетертым глинистым материалом. Мощность зоны смятия ~40 м. В южной части разлом фиксируется дайкой каледонских порфиров, в северной перекрыт юрскими отложениями.

Средний разлом прослеживается на расстоянии 800 м по простиранию и примерно на 200 м по падению. На поверхности он выражен либо почти прямолинейной трещиной с зеркалами скольжения, либо нарушением с глиной трения и слабым ожелезнением, либо зоной дробления, достигающей 7-10-м мощности. В подземных горных выработках разлом представлен системой двух или трех параллельно сближенных зон дробления и смятия пород мощностью в первые метры. Одной из морфологических особенностей Среднего разлома являются его изгибы по простиранию, к которым и приурочены рудные тела Благодатских месторождений. В местах изгиба разлом сопровождается оперяющими трещинами, контролируемыми оруденением.

Е.В.Янишевский (1966) выделил сопряженные структуры по отношению к Среднему разлому, в частности Пологий разлом северо-восточного простирания с падением на юго-восток под углом 40°, и оперяющий разлом с тем же простиранием, но более крутым падением. Одни авторы считают главной рудоконтролирующей структурой Средний разлом, другие основную роль в локализации рудных тел отводят Пологому разлому, третьи высказывают мнение, что большинство рудных тел залегает в непосредственной близости от Среднего разлома, в лежащем его боку, отдельные рудные тела удалены от разлома на расстоянии 200-250 м и контролируются оперяющими трещинами.

Исследования Ф.И.Вольфсона, К.Ф.Кузнецова, Б.П.Савина и др. показали, что немаловажную роль в локализации рудных тел сыграли крупные тектонические нарушения (Благодатский и Екатерино-Благодатский разломы), определившие развитие в пределах месторождений трещин субмеридионального и северо-западного направлений. Эти нарушения имели большое значение для структурного контроля оруденения, особенно для верхних частей месторождений.

На Центральном месторождении основными рудоконтролирующими структурами являются северо-восточные разрывные нарушения. Наиболее благоприятные условия для отложения руд создавались в местах сопряжения субмеридиональных и посплояных тектонических нарушений. Сочетание этих структур на поверхности позволило А.И.Кулагашеву (1968) определить четкообразное размещение 15 рудных тел.

В пределах Воздвиженского месторождения А.И.Кулагашев (1963) выделил основные разрывные нарушения, представленные зоной смятия и разрыва, проходящие юго-восточнее месторождения (Резановское нарушение), и разлом юго-западнее месторождения на контакте алтачинской и нерчинско-заводской свит. Выделяется также ряд мелких нарушений сбросового типа северо-восточного и ши-

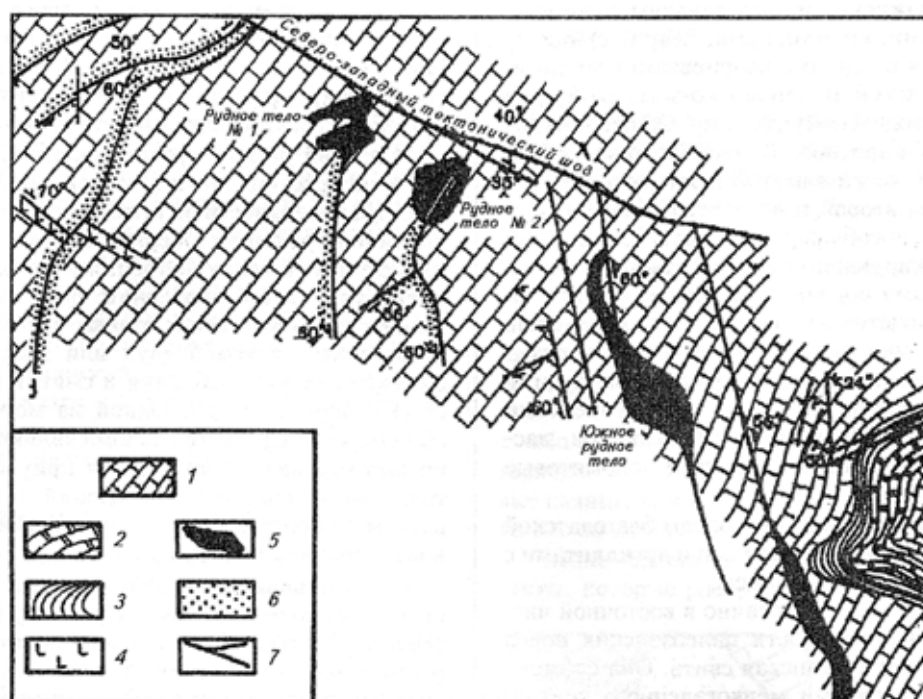


Рис. 3. Схема расположения рудных тел на горизонте 649 м. Благодатское месторождение (Кузнецов, 1963):

1 – массивные известняки; 2 – слоистые известняки; 3 – углистые сланцы; 4 – лампрофиры; 5 – рудные тела; 6 – кварцевание; 7 – дизъюнктивные нарушения

ротного направлений, которые определили морфологию рудных тел.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что общая геолого-структурная позиция месторождений Нерзаводского района достаточно сходна. Сходство заключено в близком литологическом составе вмещающих пород, в структурном контроле оруднения, определившем два основных морфологических типа рудных тел.

С.С.Смирнов, характеризуя месторождения полиметаллических руд, выделял трещинные секущие жилы, залегающие в доломитах или известняках, пластовые жилы и залежи (линзы, штоки и т.п.), на контакте доломитов или известняков со сланцами, песчаниками, в единичных случаях в карбонатных породах, согласно их слоистости. Последние, по мнению С.С.Смирнова, по существу, пластовые жилы и залежи являются псевдопластовыми, так как связаны обычно с подвижками, более или менее совпадающими со слоистостью и нередко даже «соскальзывающими» с контакта. Это замечание С.С.Смирнова имеет большое значение для генетических выводов и поисковых работ, о чем будет сказано ниже. Кроме того, им были выделены трубчатые и гнездовые рудные тела, иногда одиночные, чаще же образующие сложные совокупности.

Большинство исследователей, изучавших месторождения, выделяет два основных морфологических типа рудных тел: жильные (или жилообразные) и трубообразные залежи. Последние преобладают.

Наличие разноориентированных трещин и нео-

днородность литологического состава вмещающих пород послужили причиной образования сложных по морфологии, комбинированных рудных тел (рис. 3).

Жилообразные рудные тела наблюдаются в основном на Благодатском, реже на Екатерино-Благодатском месторождениях. Они приурочены к крупнозернистым, частично мраморизованным доломитам. Для этих рудных тел типичны четкий контакт с вмещающими доломитами висячем боку и неровные границы в лежачем боку, где широко развиты разноориентированные сульфидные прожилки разного состава, мощности и протяженности. Рудные тела этого типа сложены главным образом пиритом, сфалеритом, буланжеритом. Размер рудных тел по простиранию и падению 10–40 м, мощность от долей до 4 м.

Трубообразные залежи характерны для всех описываемых месторождений. Они приурочены к известковистым, частично окварцованным доломитам, иногда содержащим большое количество углисто-глинистого и графитизированного вещества. Эти рудные тела, относительно простые по форме и составу на Центральном и Воздвиженском месторождениях, чрезвычайно сложны на Благодатских месторождениях. В последних рудные тела ветвятся, имеют раздувы в местах изгибов и сопряжений трещин. Иногда в них наблюдаются линзовидные обособления массивных руд. Эти рудные тела простираются на небольшие расстояния, но по падению прослеживаются на значительную глубину. Контакты их с вмещающими породами четкие, но неровные. Час-

то участки, сложенные сплошной сульфидной рудой, чередуются со слабооруденелыми доломитами, содержащими вкрапленность и прожилки сульфидов. Площадь сечения трубообразных рудных тел чаще всего составляет первые десятки квадратных метров.

Наличие в составе доломитов глинисто-углисто-го и графитизированного вещества обусловило широкое развитие в рудах пирита. В подчиненном количестве отмечаются сфалерит, галенит, еще меньше буланжерита и арсенопирита. В отдельных рудных телах доломиты окварцованы, руды сложены сфалеритом, галенитом, геокронитом, пирит встречается в подчиненном количестве (Екатерино-Благодатское месторождение).

Минералогии полиметаллических руд Забайкалья С.С.Смирнов уделял исключительное внимание, несмотря на то, что к моменту их изучения месторождения были вскрыты лишь в пределах зоны окисления. Это обстоятельство позволило С.С.Смирнову создать классический труд, неоднократно переизданный, по минералогии зоны окисления полиметаллических руд. Приводя данные по минералогии первичных руд, С.С.Смирнов (1975) подчеркивал, что рядовая типичная нерчинская руда характеризуется кварц-карбонатной жильной массой, содержащей те или иные количества пирита, сфалерита, галенита, арсенопирита, буланжерита. Специфично частое наличие турмалина и нередко касситерита, а также редкие находки минералов меди.

Список гипогенных минералов нерчинских свинцово-цинковых месторождений, приведенный в работе С.С.Смирнова, был настолько исчерпывающим, что в последующие годы пополнялся лишь незначительно за счет минералов группы сульфоантимонитов свинца и некоторых нерудных минералов.

По распространенности главных рудных минералов, учитывая состав вмещающих пород, С.С.Смирнов выделил четыре основных типа руд: 1) арсенопирит-пиритовый, 2) буланжерит-галенит-арсенопиритовый, 3) галенит-сфалерит-пиритовый и 4) галенит-сфалеритовый. Наиболее распространенным является третий тип. Именно этот тип характерен для Благодатских и Воздвиженского месторождений, в которых преимущественное развитие имеют пирит, сфалерит, арсенопирит, галенит, буланжерит, геокронит. В подчиненном количестве отмечаются блеклая руда, станнин, касситерит. Жильные минералы представлены кварцем, доломитом, кальцитом. Близкий состав имеют руды Центрального месторождения. Среди сульфосолей в них встречаются джемсонит, бурнонит, в небольшом количестве отмечаются пирротин, халькопирит, антимонит. З.А.Образцова (1960) указывала на присутствие в рудах шеелита и магнетита.

## Текстуры и структуры руд, минеральные парагенезисы и последовательность их образования

Описывая структуры и текстуры первичных руд нерчинских свинцово-цинковых месторождений, С.С.Смирнов подчеркивал, что за немногим исключением руды образовались путем замещения карбонатного материала. Это обстоятельство определило основные особенности структур и текстур руд в месторождениях. Последующие исследования (Полякова, 1963; Генкин, 1963; Добровольская, 1969) подтвердили высказывания С.С.Смирнова и его данные, объясняющие происхождение отдельных текстур.

Наиболее детально текстурно-структурный и парагенетический анализы освещены в монографии М.Г.Добровольской, Т.Н.Шадлун (1974).

Руды Благодатского и Екатерино-Благодатского месторождений характеризуются массивными, полосчатыми, прожилковыми, пятнистыми, вкрапленно-прожилковыми, брекчиевыми и брекчиевидными текстурами.

Прожилковые текстуры встречаются среди сплошных руд и в доломитах. В сплошных рудах метасоматические прожилки пирит-арсенопиритового и галенит-буланжеритового состава секут пирит-сфалеритовые, чаще сфалеритовые агрегаты. Арсенопиритовые прожилки иногда пересекают массивные галенит-буланжерит-геокронитовые агрегаты. Подобные текстуры указывают на замещение ранних агрегатов поздними, а также на неоднократное переотложение ранних сульфидов.

Встречаются также прожилковые текстуры, возникшие в результате заполнения серии трещин, часто субпараллельных, галенитом или сульфоантимонитами свинца. В отдельных образцах наблюдается пересечение пирит-сфалеритовых руд пирит-арсенопиритовыми прожилками, а те и другие пересекаются неровными, извилистыми галенитовыми и буланжеритовыми прожилками. В последних видны арсенопиритовые прожилки, более поздние по отношению к указанным выше.

По периферии и на флангах рудных тел, главным образом жилообразных, развиты прожилки, заполненные сульфидами разного состава. В этих местах прожилковые текстуры сочетаются с вкрапленными. Одна группа прожилков следует по системе трещин, параллельной простиранию жил, другая сечет под разными углами первую. "Параллельная" группа прожилков сложена пиритом и сфалеритом. "Секущая" состоит из галенита, буланжерита, арсенопирита, пирита, реже сфалерита.

Структурно-текстурный анализ однозначно указывает на то, что формирование рудных тел происходило в условиях интенсивного растворения и замещения вмещающих карбонатных пород, а также замещения ранних сульфидных агрегатов более поздними. Об этом свидетельствуют унаследованные полосчатые текстуры доломитов в сульфидных рудах, реликты незамещенных доломитов в пределах

рудных тел, наличие перекристаллизованного и преотложенного доломита в сульфидной руде, а также широкое развитие метасоматических прожилков и метакристаллов в рудах.

Отложение ранних минеральных агрегатов иногда сопровождалось дроблением и брекчированием, что указывает на беспокойную тектоническую обстановку в период формирования рудных тел. Проявлены признаки и послерудного динамометаморфизма.

В рудах месторождений наблюдаются две-три генерации одного и того же минерала, в частности пирита, арсенопирита, сфалерита, галенита, доломита, кварца, различающиеся не только по морфологии зерен, размерам, но и химическому составу. На основании изменения состава рудообразующих минералов и текстурного анализа были выявлены минеральные парагенезисы, типичные для месторождений нерзаводской группы и стадии рудообразования.

В развитие представлений С.С.Смирнова о последовательности отложения минералов в первичных рудах исследования минеральных парагенезисов в свинцово-цинковых рудах (Кузнецов, 1963; Добровольская, Шадлун, 1974) позволили дать новую схему стадий минерализации и реконструировать условия образования руд.

В месторождениях Благодатского рудного поля выделено семь последовательно образующихся парагенетических минеральных ассоциаций: кварц-пирит-арсенопиритовая (I), тетраэдрит-халькопиритовая, пирит-сфалеритовая (иногда с арсенопиритом), кварц-арсенопирит-пиритовая (II), джемсонит-геокронит-буланжерит-галенитовая, кварц-пирит-арсенопиритовая (III), кварц-доломитовая.

Не все выделенные минеральные парагенезисы встречаются на каждом месторождении, но в разных количественных соотношениях они характеризуют общую схему последовательности формирования рудных тел.

Следует заметить, что обобщенная схема последовательности отложения минералов, установленная С.С.Смирновым (Смирнов, 1955), в целом отражает закономерности, выявленные позднее в результате изучения минеральных парагенезисов.

Ранний кварц-пирит-арсенопиритовый (I) парагенезис, состоящий из сплошных скоплений пирита и арсенопирита, имеет максимальное развитие в рудах Центрального месторождения.

В отдельных участках Воздвиженского месторождения в данном парагенезисе были обнаружены микроскопические скопления турмалина, в рудах Благодатских и Центрального месторождений — реликты касситерита. Спорадические находки турмалина и касситерита отмечал среди ранних минералов С.С.Смирнов. Обнаружение этих минералов отражает специфические особенности свинцово-цинковых руд в карбонатных породах в Забайкалье, что неоднократно подчеркивал С.С.Смирнов.

Тетраэдрит-халькопиритовый парагенезис был встречен в локальных участках Центрального и Воз-

движенского месторождений в существенно подчиненном количестве. В рудах Центрального месторождения в парагенезисе преобладал халькопирит, в рудах Воздвиженского месторождения — тетраэдрит, в небольшом количестве отмечался станнин. Поскольку на глубоких горизонтах (480 м) Благодатского месторождения в рудах появляются минералы меди, вероятно, этот парагенезис имеет место и в рудах этого месторождения.

Главным парагенезисом, широко распространенным во всех месторождениях, является пирит-сфалеритовый. Наряду с главными сульфидами в нем присутствуют иногда арсенопирит, в резко подчиненном количестве халькопирит, станнин и пирротин, главным образом в виде эмульсионных включений в сфалерите, редко блеклая руда, маккинавит. Пирротин и маккинавит наблюдались лишь на глубоких горизонтах Благодатского месторождения.

Арсенопирит-пиритовый (II) парагенезис представлен прожилками, секущими ранние арсенопирит-пирит-сфалеритовые агрегаты.

Джемсонит-геокронит-буланжерит-галенитовый парагенезис широко распространен в рудах всех месторождений и отражает особенность свинцово-цинковых руд. В его состав, кроме перечисленных минералов, входят бурнонит, семсейит, халькопирит, станнин, относящиеся к второстепенным, редкие — прустит, аргентит, акантит и другие минералы серебра. Жильные минералы — кварц, доломит, кальцит. Количественные соотношения главных и второстепенных рудных минералов меняются в разных месторождениях.

Кварц-пирит-арсенопиритовый (III) парагенезис является более поздним по отношению к сульфосолюно-галенитовому и другим ранним парагенезисам. Он представлен прожилками, в которых пирит и арсенопирит количественно варьируют. В отличие от раннего арсенопирит-пиритового (II) парагенезиса, проявленного только на контактах двух главных парагенезисов — пирит-сфалеритового и сульфосолюно-галенитового, поздние прожилки и обособления секут и замещают минералы обоих парагенезисов.

Кварц-доломитовый парагенезис — самый поздний, представлен прожилками, метакристаллами, встречается повсеместно и создает значительный ореол вокруг рудных тел. Мощность прожилков и обособлений от 1-2 мм до 1,5-2,0 см.

Учитывая справедливое замечание С.С.Смирнова (1955), что нерчинские свинцово-цинковые месторождения принадлежат к одному рудному комплексу, к одному металлогеническому эпизоду, целесообразно рассматривать генетические особенности этих месторождений, стадии, физико-химические и температурные условия отложения минеральных парагенезисов, типоморфизм состава и свойств главных сульфидов в конце описания свинцово-цинковых месторождений.