

МОСКОВСКИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
имени С. ОРДЖОНИКИДЗЕ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОРНО-РАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ ЦВЕТНЫХ, РЕДКИХ  
И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ ССРСР

На правах рукописи

П. Ф. СОПКО

**ГЕОЛОГИЯ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ  
РАЗМЕЩЕНИЯ КОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
МАЛОГО КАВКАЗА НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОЙ АРМЕНИИ  
И НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ РАЙОНОВ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
доктора геолого-минералогических наук

Тула — 1967 г.

МОСКОВСКИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
имени С. ОРДЖОНИКИДЗЕ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОРНО-РАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ ЦВЕТНЫХ, РЕДКИХ  
И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ СССР

На правах рукописи

П. Ф. СОПКО

Геология, условия формирования и закономерности  
размещения колчеданных месторождений малого Кавказа  
на примере Северной Армении  
и некоторых других районов

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
доктора геолого-минералогических наук

Тула — 1967 г.



Условия образования и закономерности размещения проявлений колчеданного оруденения представляют в настоящее время одну из самых кардинальных и злободневных проблем геологии рудных месторождений. Важность этой проблемы определяется большим практическим значением колчеданных месторождений, служащих одним из основных источников добычи руд меди, цинка, свинца и серного колчедана. Колчеданные руды постоянно также содержат в виде практически интересной примеси золото, серебро, кадмий, индий, таллий, селен, теллур и другие рассеянные металлы. В некоторых случаях в колчеданных месторождениях наблюдаются также скопления барита в количествах, допускающих промышленное извлечение.

Большим промышленным значением колчеданных месторождений обусловлены широкие масштабы их поисков и разведки, научно обоснованное ведение которых требует углубленного изучения вопросов формирования и пространственного размещения проявлений колчеданного оруденения и геологического строения и истории геологического развития тех областей, районов и рудных полей, в которых эти проявления находятся. Колчеданоносными площадями являются определенные эвгеосинклинальные зоны складчатых областей различного возраста, характеризовавшиеся в начальные и ранние этапы геосинклинального развития исключительно интенсивными процессами вулканизма и других большей частью связанных с ним форм магматической деятельности, относительно сильными резко дифференцированными тектоническими движениями, обусловившими деформированность вулканогенных толщ и подчиненных им осадочных отложений, длительной циркулирующей гидротермальных растворов, приводившей к метаморфическим и метасоматическим изменениям пород и к отложению в измененных разностях сульфидов железа, меди, цинка, свинца и ряда других рудных и нерудных минералов, более или менее крупные скопления которых образуют колчеданные месторождения.

Будучи достаточно широко распространенными за рубежом и в нашей стране — в таких ее частях как Урал, Рудный Алтай, Северный Кавказ, Малый Кавказ, Салаирский край,

Тува, Центральный Казахстан и т. д., колчеданные месторождения изучались многими исследователями. Крупный вклад в изучение колчеданных месторождений внесли на материалах главных колчеданоносных областей Советского Союза А. Н. Заварицкий, Е. Е. Захаров, А. В. Пэк, М. Б. Бородаевская, С. Н. Иванов (Урал), Н. Н. Курек, Г. Н. Щерба, Д. И. Горжевский, П. Ф. Иванкин, Г. Ф. Яковлев, Ф. К. Шипулин (Рудный Алтай), В. С. Домарев (Салаир), В. И. Смирнов, Н. С. Скрипченко (Северный Кавказ), В. Г. Грушевой, В. Н. Котляр, И. Г. Магакьян, С. С. Мкртчян, Б. С. Вартапетян, Г. А. Твалчрелидзе, Ш. А. Азизбеков, М. А. Кашкай, Г. И. Керимов (Малый Кавказ) и многие другие геологи, занимавшиеся выяснением различных сторон весьма сложных процессов формирования колчеданных месторождений и проводившие их поиски и разведку. В результате всех этих работ, как же как и трудов многочисленных зарубежных исследователей, в совокупности с общим прогрессом в разработке теории рудообразования выявлены многие весьма важные особенности геологической позиции колчеданных месторождений, геологических и физико-химических условий их формирования и, следовательно, выяснены имеющие громадное для правильного и эффективного ведения поисковых и разведочных операций черты стратиграфо-литологического и структурного контроля колчеданного оруденения.

Однако вследствие сложности проблемы остается еще много нерешенных и дискуссионных вопросов, касающихся происхождения и закономерностей размещения месторождений колчеданной формации. Для решения этих вопросов, имеющих жизненное значение, в особенности, в связи с тем, что в настоящее время приходится вести поиски концентраций колчеданных руд на тех или иных глубинах в толщах коренных пород, необходимо дальнейшее накопление фактов и анализ стремительного потока информации, поступающей в результате поисков, разведки и эксплуатации колчеданных месторождений и проводимых на них самих или в их районах научных исследований.

Автору довелось более чем в течение десяти лет заниматься изучением колчеданных месторождений Малого Кавказа, представляющего складчатую область, в пределах которой широко распространены колчеданные месторождения, пространственно и парагенетически связанные с разновозрастными тектоно-магматическими комплексами и относящиеся к различным минералого-геохимическим и структурно-морфологическим подтипам. Основные исследования были сосредоточены в Северной Армении — в Алавердском рудном районе, являющемся одной из самых сложных и интересных в геологическом и металлогеническом отношениях частей Малого Кавказа.

В этом районе автором лично или под его руководством были проведены детальные геологические съемки рудных полей, расположенных здесь колчеданных месторождений, -- Алавердского, Шамлулгского и Ахтальского, охватившие, по существу, всю площадь района и сопровождавшиеся детальным подземным картированием горных выработок, просмотром и документацией керна большого количества скважин и выполнением ряда специальных структурных и петрографических исследований. Несколько южнее в центральной части Армении автором изучались колчеданные месторождения Тандзутского рудного поля и свинцово-цинковые месторождения бассейна р. Марцигет.

Наряду с детальным изучением колчеданных месторождений Северной Армении автор посетил и в той или иной мере изучил почти все остальные месторождения Малого Кавказа, относящиеся к колчеданной формации. Кроме того, автор работал на некоторых колчеданно-полиметаллических месторождениях Рудного Алтая, а в течение ряда последних лет занимался продолжающимся и в настоящее время исследованием геологии, условий образования и закономерностей размещения колчеданных месторождений Южного Урала.

Анализируя и обобщая накопленный материал, автор стремился рассмотреть совокупность факторов, определяющих минералого-геохимические и структурно-морфологические особенности колчеданных месторождений и их геологическую позицию, и показать обусловленные характером геологического развития колчеданосных металлогенических зон взаимосвязи этих факторов.

Для этого с нашей точки зрения было необходимо:

- 1) рассмотреть на основе геолого-петрографического описания Алавердского рудного района объем и строение юрско-неокомового тектоно-магматического комплекса, с которым пространственно и генетически связано большинство колчеданных месторождений Малого Кавказа, охарактеризовать соотношения между входящими в состав комплекса вулканогенными, вулканогенно-осадочными, субвулканическими, интрузивными и жильными фациями, установить формационную принадлежность магматических образований и воссоздать основные черты истории развития магматической деятельности в охватывавшем Северную Армению отрезке мезо-кайнозойской геосинклинали;

- 2) детально описать развитые в пределах Северной Армении складчатые и разрывные нарушения и связанную с ними мелкую тектоническую трещиноватость, систематизировать тектонические формы различных порядков и показать в историческом развитии особенности формирования структуры района и расположенных в его пределах рудных полей;

- 3) с учетом краткой характеристики вещественного состава

ва различных типов колчеданных руд, их структур и текстур рассмотреть проявления метаморфизма и метасоматоза в магматических и осадочных породах Северной Армении, установить последовательность метаморфических и метасоматических процессов и выяснить основные черты метасоматической зональности;

4) в связи с весьма характерной для месторождений колчеданной формации строгой пространственной приуроченностью к сложным определенными типами вулканогенных пород толщам, занимающим достаточно ясное стратиграфическое положение в рудном районе или в металлогенической зоне в целом, рассмотреть распределение проявлений колчеданного оруденения в стратиграфолитологическом разрезе Северной Армении и попытаться объяснить возможные причины такого распределения;

5) охарактеризовать роль структурных особенностей различных участков в размещении концентраций колчеданных руд и в морфогенезисе, условиях залегания и внутреннем строении рудных тел;

6) систематизировать наблюдения над взаимоотношениями проявлений гидротермальной деятельности — в особенности, колчеданной минерализации — с различными по возрасту и петрографическим особенностям типами вулканогенных, субвулканических, интрузивных и жильных пород и на этой основе попытаться определить время циркуляции колчеданосных гидротермальных растворов в общем ходе магматической деятельности;

7) на основе сравнения с Алавердским рудным районом и находящимися в его пределах колчеданными месторождениями рассмотреть особенности магматизма, тектоники, состава и строения рудных тел, гидротермальных изменений рудовмещающих пород, стратиграфо-литологического и структурного контроля колчеданных месторождений в других районах развития мезо-кайнозойских колчеданосных тектоно-магматических комплексов и установить типоморфные особенности колчеданных месторождений Малого Кавказа;

8) сопоставить геологическую позицию, минералого-геохимические особенности и закономерности размещения колчеданных месторождений Малого Кавказа, Рудного Алтая и Южного Урала и определить черты сходства и различия между ними в геологическом и генетическом планах.

В соответствии с поставленными задачами весь материал, иллюстрированный фотографиями, зарисовками, диаграммами и схемами в тексте и рядом графических приложений в виде геологических карт и разрезов, разделен, не считая введения, на восемь глав.

В главе I приводится схема тектонического райониро-

вания Малого Кавказа и основные черты истории геологического развития главных структурно-фациальных зон, в главе II — металлогеническое районирование территории с краткой металлогенической характеристикой отдельных ее частей, в главе III рассматриваются геологические и металлогенические особенности Сомхето-Карабахской геотектонической зоны, в пределах которой находится большинство колчеданных месторождений Малого Кавказа. Глава IV, охватывающая большую часть объема работы, посвящена характеристике геологического строения, истории геологического развития и колчеданного оруденения Алавердского рудного района. В этой главе описываются стратиграфия и литология слагающих разрез района толщ, дается геолого-петрографическая характеристика субвулканических, интрузивных и жильных образований, рассматриваются петрохимические особенности магматических пород, некоторые вопросы их происхождения и развития магматической деятельности в мезо-кайнозойское время, тектоника района, геологическое положение находящихся в нем рудных месторождений, характеризуются типы руд и околорудные изменения рудовмещающих пород, описываются особенности распределения проявлений колчеданной минерализации в стратиграфо-литологическом разрезе, структурно-морфологические особенности колчеданных месторождений Северной Армении и их рудных полей, приводятся наблюдения над соотношениями колчеданного оруденения с различными типами магматических пород и излагаются представления о связи процесса колчеданного рудообразования с магматической деятельностью, а также высказываются соображения о направлении поисковых и разведочных работ на колчеданные руды в Алавердском рудном районе.

В главе V дается характеристика геологического положения, условий формирования и закономерностей размещения колчеданных месторождений юго-восточной части Сомхето-Карабахской зоны, связанных с юрско-неокомовым тектоно-магматическим комплексом, и приводится их сравнение между собой и с колчеданными месторождениями Алавердского рудного района.

Главы VI и VII содержат краткое сравнительное описание геологических, минералого-геохимических и генетических особенностей колчеданных месторождений, связанных соответственно с верхнемеловым и палеогеновым тектоно-магматическими комплексами.

В заключительной VIII главе делаются выводы о строении колчеданоносных тектоно-магматических комплексов Малого Кавказа, о развитии в них гидротермальных метаморфических и метасоматических процессов, о типах структур колчеданных месторождений, их рудных полей и рудных

районов и о генетических особенностях колчеданных и родственных им месторождений в этой металлогенической провинции и производится сопоставление колчеданной формации Малого Кавказа с колчеданными формациями Рудного Алтая и Южного Урала, наряду с кратким описанием последних.

Колчеданные месторождения Малого Кавказа располагаются в северной части его эвгеосинклинальной области, охватывающей Сомхето-Карабахскую, Болнисскую и Севано-Акеринскую структурно-фациальные зоны, отвечающие интрагеосинклинальным прогибам, последовательно возникшим в процессе геосинклинального развития территории. Первая из указанных структурно-фациальных зон в современном структурном плане представляет мегаантиклинорий, в строении которого главная роль принадлежит тектоно-магматическому комплексу юры-неокома. Болнисская структурно-фациальная зона, которую можно рассматривать и как часть Сомхето-Карабахской зоны, сложена тектоно-магматическим комплексом верхнего мела, несогласно лежащим на юрском основании или же местами непосредственно на выступах палеозойского фундамента. Севано-Акеринская структурно-фациальная зона, ограниченная косорассекающими Сомхето-Карабахскую зону глубинными разломами, трассирующимися гипербазитовыми интрузиями офиолитового пояса Малого Кавказа, в своей наиболее прогнутой северо-западной части характеризуется развитием палеогенового тектоно-магматического комплекса.

Колчеданные месторождения Малого Кавказа закономерно связаны с этими разновозрастными тектоно-магматическими комплексами, развитыми в соответствующих структурно-фациальных зонах. На такую закономерную связь указывает совокупность возрастных, геологических и минералого-геохимических критериев.

Важнейшей общей для всех колчеданоносных тектоно-магматических комплексов особенностью, закономерно выдерживающейся не только в пределах Малого Кавказа, но и во всех колчеданоносных металлогенических провинциях других геосинклинальных систем, является развитие в низах разреза сильно дифференцированных известково-щелочных вулканогенных серий, отличающихся резко выраженным преобладанием натрия над калием и сопровождающихся комагматическими субвулканическими и гипабиссальными интрузивными и жильными породами. Вулканогенные серии низов разреза перекрываются осадочными отложениями или почти недифференцированными вулканогенными породами, также входящими в состав тектоно-магматических комплексов, в целом отвечающих вулcano-плутоническим или эффузивно-интрузивным ассоциациям.

Субвулканические образования, к которым в строгом смысле можно относить только непосредственно связанные с формированием конкретных вулканогенных толщ дайкообразные, штокообразные и пластообразные залежи близких к эффузивам по минеральному составу и структурно-текстурным особенностям пород, возникали на различных стадиях вулканических циклов — главным образом, в конце их — в результате эволюции вулканических очагов, питавших вулканические аппараты трещинного и центрального типа. Внедрение основных или кислых по составу гипабиссальных интрузивных пород и сопровождающих их жильных образований большей частью совпадало с эпохами замыкания интрагеосинклиналей и частной инверсии геотектонического режима, то есть на Малом Кавказе происходило соответственно в конце юрско-неокомового, верхнемелового и палеогенового этапов, хотя в ряде случаев интрузивные породы формировались в связи с дифференцированными тектоническими движениями и в процессе преобладающего прогибания интрагеосинклиналей. При сохранении большинства принципиально важных особенностей объем и строение колчеданоносных тектоно-магматических комплексов, находясь в зависимости от строения земной коры и характера тектонических движений в разных частях Малого Кавказа, оказываются неодинаковыми в различных структурно-фациальных зонах и рудных районах.

В детально описанном в работе Алавердском рудном районе, расположенном на северо-западном окончании Сомхетско-Карабахской геотектонической зоны на стыке ее с Болнисской и Севано-Акеринской зонами, стратифицированная часть юрско-неокомового тектоно-магматического комплекса сложена вулканогенной базальт-андезит-дацитовый формацией байосского возраста и перекрывающими эту формацию трансгрессивными осадочными и вулканогенно-осадочными сериями бата и верхней юры. Вулканогенная формация низов разреза характеризуется последовательным увеличением кислотности пород от начала к концу вулканического цикла, что привело к появлению непрерывного ряда дифференциатов, начинающегося вулканогенными породами основного состава и заканчивающегося альбитофирами, кварцевыми альбитофирами и их пирокластическими разностями, возникшими в результате метасоматоза преимущественно дацитовых порфиров, их туфов и вулканических брекчий.

В целом разрез этой формации, вмещающей большую часть колчеданных месторождений и рудопроявлений Малого Кавказа, в Северной Армении делится на три толщи — дебедачайскую свиту, сложенную диабазовыми и андезитовыми порфиритами, их туфами и вулканическими брекчиями с прослоями туфогенно-осадочных пород, кошабертскую свиту, в которой развиты преимущественно туфы и туфовые брек-

ции андезитового, андезито-дацитового и дацитового состава и свиту альбитофиров, кварцевых альбитофиров, их туфов и вулканических брекчий (рудоносную свиту).

Последовательное увеличение кислотности продуктов вулканизма в течение первого среднеюрского вулканического цикла нарушалось однако извержениями из периферических вулканических очагов, отличавшихся автономной эволюцией магматических расплавов, в связи с чем могли одновременно накапливаться лавы и пирокластические породы различного состава. Примером этому в Алавердском рудном районе служит вмещающая Ахталское барито-полиметаллическое месторождение толща кварцевых плагиопорфиров и их пирокластических аналогов, представляющая линзообразный горизонт внутри основных и средних вулканогенных пород дебедачайской свиты. Эти отклонения, имея существенное значение для формирования стратиграфического разреза и размещения в нем проявлений колчеданного оруденения, не нарушают принадлежности всей толщи к базальт-андезит-дацитовой формации. Слагающая верхнюю часть формации толща кислых вулканогенных пород, обладая линзообразным залеганием, перекрывается толщей полимиктовых и туфогенных песчаников верхнего байоса-бата, в которой наблюдается громадный линзообразный прослой вулканогенных пород среднего состава, разделяющийся на шихтахтскую свиту и свиту пироксеновых порфиристов. Обе эти свиты, выходя преимущественно в Алавердском рудном поле, отличаются крайней пестротой разреза и резкой фациальной изменчивостью, будучи сложены продуктами деятельности островных вулканов центрального типа.

В петрохимическом отношении вулканогенные породы этих свит характеризуются несколько повышенной щелочностью по сравнению с породами нижнего вулканогенного комплекса. Еще более высокой щелочностью, не превышающей однако значений этого параметра для известково-щелочных серий, обладают вулканогенные породы верхней юры, разрез которой в Алавердском районе начинается с терригенно-осадочной толщи келловея, трансгрессивно лежащей на среднеюрских отложениях. Верхняя юра на склонах г. Лалвар перекрыта со стратиграфическим и угловым несогласием вулканогенными и частично туфогенно-осадочными отложениями среднего эоцена, в основании которых выходит прерывистый горизонт базальных конгломератов. Вулканогенные породы среднего эоцена в отличие от эффузивов и пирокластических образований, слагающих толщу юрского возраста, характеризуются меньшим преобладанием натрия над калием.

Накопление вулканогенных толщ сопровождалось внедрением субвулканических пород, образующих дайки, штоки

и пластообразные залежи. Особенно большое количество субвулканических пород связано с нижним вулканогенным комплексом, представляющим непрерывный ряд дифференциатов основного, среднего и кислого состава.

Здесь субвулканические породы также образуют непрерывный ряд дифференциатов, близких в петрографическом и петрохимическом отношениях к соответствующим эффузивам и пирокластическим образованиям. Субвулканические аналоги шихтахтской свиты, свиты пироксеновых порфиристов и верхнеюрской вулканогенной толщи представлены также, как и эффузивы этих толщ, почти недифференцированными разностями.

Широким развитием в пределах Алавердского района пользуются интрузивные и жильные проявления магматизма, сформировавшиеся главным образом в связи с протекавшей в неокме частной инверсионной складчатостью. Эти проявления представлены телами гранитоидов и широко распространенными, но имеющими обычно небольшие размеры дайками габбро-диабазов, габбро-порфиристов, диорит-порфиристов и пластообразными залежами и дайками плагиогранит-порфириров и микроплагиогранитов, как правило, в значительной степени альбитизированных. Плагиогранитами и кварцевыми диоритами сложены Кохбский, Ахлатский, Чочканский и некоторые другие массивы предсеноманского возраста. Выходящий в пространственной близости к ним Банушский массив имеет по нашим данным и радиогеологическим определениям, преолигоценный возраст. Соответственно в пределах района развиты, наряду с преобладающими жильными образованиями нижнемелового возраста, преолигоценные дайки основных, средних и кислых пород. Разновозрастные дайки часто пространственно совмещены, особенно концентрируясь в пересекающем весь район пояс повышенной трещиноватости, имеющем субширотное северо-восточное простирание. Жильные породы кислого состава, залегающие в массивных вулканогенных породах в виде даек, в расслоенных толщах обычно представлены пластообразными залежами. Такие залежи и дайки кислых жильных пород внедрялись большей частью в конце формирования жильных серий, следовавшем за внедрением гранитоидных интрузий, но частично возникали, по-видимому, и в прединтрузивное время.

Частое пространственное совмещение разновозрастных и различных по составу субвулканических, интрузивных и жильных пород свидетельствует о длительном формировании структуры рудного района и неоднократном изменении плана деформаций. Складчатая структура района является относительно простой, представляя, очевидно, отражение глыбовых движений в предъюрском кристаллическом фунда-

менте. Главная складчатая форма Алавердского рудного района — Дебедачайская брахиантиклиналь — отличается положими углами падения слоев в своде и на крыльях. Важными элементами этой брахиантиклинали представляются в той или иной степени денудированные и деформированные вулканические постройки, фрагменты которых оконтуриваются путем детального анализа пространственных соотношений различных вулканогенных фаций, размещения субвулканических тел и прослеживания контактов различных по составу вулканогенных толщ. Наиболее ярко выражена Ахталская вулканическая постройка, представляющая остатки островного вулкана центрального типа, с деятельностью которого связано накопление упомянутой выше толщи кварцевых плагиопорфиров и их пирокластических аналогов, вмещающей Ахталское барито-полиметаллическое месторождение. Другие центры вулканической деятельности в пределах района даже при относительно слабой деформированности толщ и вполне удовлетворительной обнаженности могут быть указаны лишь с определенной долей условности. В то же время, что особенно ярко видно на примере Ахталской постройки, остатки вулканических аппаратов, участвуя в складчатых структурах и усиливая неоднородность подвергавшихся смятию толщ, играли важную роль в локализации субвулканических, интрузивных и жильных образований и проявлений гидротермальной деятельности, включая колчеданное оруденение. Кроме вулканотектонических форм, в процессе деформации в слоистых толщах возникали мелкие складки, оси которых часто параллельны крыльям Дебедачайской брахиантиклинали, но иногда идут под различными углами к ним.

В обладавших высокой жесткостью нерасслоенных вулканогенных породах те же тектонические движения выражались преимущественно в развитии разрывных нарушений и других тектонических трещин, имеющих чрезвычайно широкое развитие в пределах рудного района и служивших в ряде случаев путями для движения магматических расплавов и гидротермальных растворов и вместилищами их производных. Тектонические трещины, включая обладавшие той или иной амплитудой перемещения разрывные нарушения, расположены достаточно закономерно по отношению к Дебедачайской брахиантиклинальной складке.

Эта закономерность выражается в том, что отчетливо выделяются три группы разрывных нарушений и тектонических трещин, возникавших в определенной последовательности на различных этапах деформации, происходившей в юрское, нижнемеловое и палеогеновое время. Первая группа тектонических трещин представлена параллельными крыльям брахиантиклинали разрывными нарушениями,

как бы оконтуривающими складку; в настоящее время эти разрывные нарушения представлены взбросами и надвигами, среди них наиболее крупным является субмеридиональный Алавердский надвиг, по которому шихтахтская свита надвинута в сторону свода брахиантиклинали на песчаники верхнего байоса-бата и подстилающую обе толщи рудоносную свиту. Вторая группа разрывных нарушений объединяет трещины, поперечные по отношению к крыльям складки. Движения по этим разрывным нарушениям происходили в форме взбросов или нормальных сбросов, но нередко перемещения вообще не наблюдаются. Концентрация поперечных трещин субширотного и северо-восточного простирания в осевой части брахиантиклинали привела к образованию упомянутого выше пояса повышенной трещиноватости, в котором локализовано значительное количество даек субвулканических и жильных пород различного состава и возраста.

Тектонические трещины третьей группы ориентированы диагонально по отношению к крыльям брахиантиклинали, обладая главным образом северо-западным простиранием. Движения по этим трещинам носили преимущественно сдвиговой, взбросо-сдвиговой и сбросо-сдвиговой характер.

Важными элементами структуры района и расположенных в его пределах рудных полей являются межформационные и внутриформационные зоны отслаивания и расщепления, возникшие на контактах, резко контрастных по физико-механическим свойствам пород в участках с интенсивным проявлением других типов складчатых и разрывных нарушений. Наиболее легко такие зоны отслаивания и расщепления формировались на контактах кислых вулканогенных пород с более пластичными туфогенно-осадочными отложениями или иногда на контактах тех же кислых вулканогенных пород с эффузивными и пирокластическими породами основного и среднего состава. В конкретных условиях Алавердского рудного района зоны отслаивания, расщепления и дробления, имевшие исключительно важное значение для локализации колчеданных руд, наблюдаются на контакте свиты альбитофиров, кварцевых альбитофиров, их туфов и вулканических брекчий верхнего байоса (рудоносной свиты) с туфогенными песчаниками верхнего байосабата и с эффузивными, пирокластическими и туфогенно-осадочными породами шихтахтской свиты, а также на контакте ахтальской толщи кварцевых плагиопорфиров и их пирокластических аналогов с туффитами, андезитовыми и диабазовыми порфиритами, их туфами и вулканическими брекчиями, относящимися к дебедачайской свите.

В других частях Сомхето-Карабахской геотектонической зоны объем и строение юрско-неокомового тектоно-магматического комплекса при сохранении общих принципиально

важных черт отличаются рядом особенностей. Прежде всего следует заметить, что колчеданосные вулканогенные отложения альбитофиристо-андезито-диабазового состава с интенсивно проявившейся дифференциацией, их субвулканические фации, а также комагматичные им интрузивы плагиогранитного ряда и жильные породы развиты, по существу, лишь в крупных положительных структурах этой зоны — антиклинориях, тогда как в смежных синклинориях юрские отложения представлены либо слабо дифференцированными вулканогенными образованиями среднего и основного состава, либо осадочными и туфогенно-осадочными породами, а интрузивные породы вообще отсутствуют или относятся к габбро-гранодиоритовой формации, как это наблюдается в Дашкеносанском синклинории, где в связи с этим получили достаточно широкое развитие проявления магнетитового оруденения в скарнах и сульфидной кобальтовой минерализации.

В антиклинориях юго-восточной части Сомхето-Карабахской зоны (Шамхорском, Гекгельском) в юрско-неокомовом колчеданосном тектоно-магматическом комплексе возрастает по сравнению с Алавердским рудным районом мощность кислых вулканогенных пород и всего нижнего вулканогенного комплекса в целом, по составу приближающегося здесь к контрастной альбитофиристо-диабазовой формации, и, наряду с плагиогранитными интрузиями нижнемелового возраста, по данным Ш. А. Азизбекова, Р. Н. Абдуллаева, Г. И. Керимова, Э. Ш. Шихалибейли и других геологов наблюдаются интрузии плагиогранитов среднеюрского или верхнеюрского возраста. Следует указать также на то, что здесь кислые вулканогенные породы верхнего байоса меньше затронуты альбитизацией и представлены главным образом плагиопорфирами и кварцевыми плагиопорфирами, сопровождающимися небольшим количеством пирокластических аналогов. Накопление этих вулканогенных пород связано, вероятно, с извержениями трещинного типа.

Эти отложения вместе с подстилающими и перекрывающими вулканогенными породами среднего и основного состава и осадочными толщами средней и верхней юры слагают брахиантиклинальные складки, которые в отличие от Дебедачайской брахиантиклинали Алавердского рудного района имеют преимущественно северо-западное направление, параллельное простиранию геотектонической зоны в целом.

Широким распространением в упомянутых антиклинориях пользуются разрывные нарушения и другие тектонические трещины, группирующиеся как и в Алавердском рудном районе в те же три закономерно ориентированные по отношению к контурам брахиантиклиналей системы — концентрическую или продольную, поперечную и диагональ-

ную. Сгущение трещин некоторых из этих систем в определенных участках приводит к образованию поясов повышенной трещиноватости, контролирующей размещение даек субвулканических и жильных пород. Так же, как и в Северной Армении, на контакте кислых вулканогенных пород с туффитами, андезитовыми порфиритами, диабазами и туфами батской толщи местами наблюдаются зоны межформационного и внутриформационного отслаивания, расланцевания и дробления, возникшие в процессе складчатости при неравномерном скольжении и изгибе контрастных по физико-механическим свойствам толщ. Такие зоны сыграли особенно важную рудолокализирующую роль в Кедабекском рудном районе, где в неокоме интенсивно проявилась частная инверсионная складчатость. В Гекгельском антиклинории, отвечающем Чирагидзорскому рудному району, инверсионная складчатость оказалась относительно слабой, в связи с чем здесь в небольшой степени проявилось и межформационное дробление и расланцевание.

В крайней юго-восточной части Сомхето-Карабахской зоны, вернее, в Кафанском блоке, до конца неокома, имевшем непосредственную связь с этой зоной и лишь в посленеокомовое время отделенном от нее наложенным Севано-Акеринским интрагеосинклинальным прогибом, участвующие в юрско-неокомовом тектоно-магматическом комплексе вулканогенные породы верхнего байоса, обладая значительной мощностью, характеризуются большей основностью по сравнению с другими районами Сомхето-Карабахской зоны. Здесь эти породы представлены кварцевыми, кварцево-плагиоклазовыми и плагиоклазовыми порфиритами дацитового и андезиодацитового ряда. Существенным отличием разреза Кафанского района от других частей Сомхето-Карабахской зоны является и резко редуцированная мощность батской толщи при значительном развитии осадочно-вулканогенной верхней юры и непосредственно сменяющих ее карбонатных отложений неокома, практически не накапливавшихся в других частях зоны. Особенности тектонического режима и истории развития магматической деятельности находят свое отражение в характере распространенных в районе субвулканических, интрузивных и жильных образований и в специфике его современной структуры. Основные ее черты определяются наличием брахиантиклинальной складки северо-западного простирания и близостью района к зоне глубинного разлома, разделяющего Сомхето-Карабахскую и расположенную к юго-западу от нее Памбак-Зангезурскую структурно-фациальные зоны. В связи с таким положением Кафанская брахиантиклинальная складка имеет шовный характер и оказывается интенсивно разбитой разрывными нарушениями различных направлений, среди которых наиболее крупными являются раз-

рывные нарушения северо-западного и северо-восточного простирания, сопровождающиеся опережающими широтными трещинами.

Тектонические трещины различных направлений, так же, как и в других районах распространения юрско-неокомового комплекса и даже еще более отчетливо по сравнению с ними, концентрируются в вулканогенных породах низов разреза, что, очевидно, связано как с относительно высокой хрупкостью этих пород, так и с довольно значительным проявлением предбатских и предверхнеюрских тектонических движений. Вследствие интенсивно проявившейся в вулканических очагах дифференциации и широкого развития тектонических трещин относительно древнего заложения в Кафанском рудном районе широко распространены субвулканические образования, тогда как жильные породы глубинного происхождения занимают подчиненное положение, а гипабиссальные гранитоидные породы нижнемелового возраста (Цавская интрузия) выходят лишь на периферии района.

Важной для локализации колчеданных руд и морфогенеза рудных тел особенностью структуры Кафанского рудного района является отсутствие зон межформационного и внутриформационного отслаивания и рассланцевания, что связано, вероятно, с небольшой глубиной, на которой происходила деформация рудовмещающих толщ, и с отсутствием резкого контраста в физико-механических свойствах между вулканогенными породами верхнего байоса и перекрывающими батскими и верхнеюрскими отложениями.

Верхнемеловой колчеданосный тектономагматический комплекс развит в Болнисской структурно-фациальной зоне, основание которой сложено неглубокозалегающими метаморфическими образованиями протерозоя, нижнего и верхнего палеозоя, выходящими на поверхность в Храмском и Локском массивах, и перекрывающей метаморфические породы порфиритовой толщей байосского возраста, по составу и стратиграфическому положению отвечающей дебедачайской свите Алавердского рудного района. В строении верхнемелового тектономагматического комплекса, образующего самостоятельный структурный ярус, несогласно лежащий на порфиритовой толще, принимают участие вулканогенно-осадочная толща сенона, вулканогенные породы нижнего сенона и осадочные образования верхов верхнего мела. В стратифицированной части разреза наиболее важная в металлогеническом отношении роль принадлежит вулканогенной толще турои-коньякского возраста, сложенной преимущественно эффузивными и пирокластическими породами среднего и основного состава. Среди них локально развиты кислые вулканогенные породы типа дацитовых порфиритов, альбитофиров и, в особенности, их туфов и вулканических брекчий, накопление которых было свя-

зано с деятельностью отдельных вулканов центрального типа.

В вулканогенных и осадочных толщах верхнего мела встречаются субвулканические пластообразные тела и дайки альбитофиров, дацитовых и андезитовых порфиритов и диабазов и мелкие интрузии предэоценовых гипабиссальных пород среднего и кислого состава, комагматичные с вулканогенными образованиями. Для всех магматических пород верхнемелового комплекса, так же, как и для более древних — юрско-неокомовых — эквивалентов, ярко выражено преобладание натрия над калием при общем относительно невысоком содержании щелочей.

Складчатость в породах верхнего мела является, в общем, еще менее напряженной, чем в отложениях юрского возраста. В связи с этим сохраняются слабо деформированные остатки эродированных вулканических построек, приуроченных к разрывным нарушениям различного простирания в доверхнемеловом фундаменте и осложненных, в свою очередь, тектоническими трещинами различных направлений. В центральной части Болнисской зоны, где, собственно говоря, и сформировался верхнемеловой комплекс, наиболее отчетливо выражены тектонические трещины субширотного и субмеридионального простирания, но местами встречаются и разрывные нарушения других направлений; вследствие этого иногда возникают отмеченные Ю. И. Назаровым кольцевые структуры, окаймляющие вулканические постройки.

Палеогеновый или, точнее, среднеэоценовый колчеданосный тектоно-магматический комплекс распространен в Севано-Акеринской зоне глубинных разломов, имеющих древнее заложение, но наиболее интенсивно развивавшихся с конца нижнего мела до верхнего эоцена вдоль границы Памбак-Зангезурской и Сомхето-Карабахской геотектонических зон, либо частично рассекавших последнюю и отделивших от нее, как указывалось, Кафанский блок. Как было отмечено выше, глубинные разломы контролируют размещение линейно вытянутых интрузий гипербазитов главного офиолитового пояса Малого Кавказа. Кроме проявлений ультраосновного глубинного магматизма, в Севано-Акеринской зоне наблюдаются также обычно линейно вытянутые тела габброидов и гранитоидов. Часть последних относится к плагиогранитному ряду, являясь комагматичной с вулканогенными толщами среднего эоцена, тогда как другая, большая, часть гранитоидов, отличаясь повышенной щелочностью, характеризуется принадлежностью к калинатровому типу.

Наиболее интенсивная вулканическая деятельность в рассматриваемой геотектонической зоне происходила в течение среднего эоцена. Именно в это время в наиболее прогнутых центральной и северо-западной частях зоны сформировался сильно дифференцированный колчеданосный вулканоген-

ный комплекс, который сложен толщами эффузивных и пирокластических пород диабазового, андезитового, дацитового и альбитофирового состава и их субвулканическими аналогами. Эти толщи в отличие от юрских, верхнемеловых и палеогеновых отложений Сомхето-Карабахской и Болнисской структурно-фациальных зон интенсивно смяты в линейные складки северо-западного простирания, нередко осложненные разрывными нарушениями того же направления. Вместе с тем наблюдаются тектонические трещины других направлений, а местами на контактах вулканогенных толщ альбитофирового состава с резко отличными по составу и физико-механическим свойствам туфогенно-осадочными, эффузивным и пирокластическими породами отмечаются зоны отслаивания, расланцевания и дробления.

Охарактеризованные черты сходства и различия в объеме и строении разновозрастных тектоно-магматических комплексов, сформировавшихся в ходе геосинклинального развития Малого Кавказа, находят свое отражение в металлогенической специфике различных структурно-фациальных зон и районов.

Среди колчеданных месторождений Малого Кавказа по вещественному составу можно выделить три главных подтипа: а) серноколчеданные месторождения (Чирагидзор, Тоганалы, Тандзут, Чибухлы); б) медные и медно-цинковые месторождения (Шамлут, Алаверды, Кедабек, Ленинская группа Кафанского рудного поля); в) полиметаллические и барито-полиметаллические месторождения (Ахтала, Маднеули, Шаумянская группа Кафанского рудного поля). Изредка в составе колчеданной формации Малого Кавказа встречаются пирит-халькопирит-энаргитовые месторождения, примерами которых являются отдельные залежи Кафанского рудного поля и Битти-Булахское рудопроявление в Кедабекском рудном районе. С колчеданной формацией пространственно, и в широком смысле слова, парагенетически в некоторых районах ассоциируют, с одной стороны, гематитовые (Поладаури, Алабашлы) и пиролюзитовые (Севкар и т. д.) месторождения и, с другой стороны, более широко распространенные жильные баритовые месторождения (Човдар, Учкилиса, Баш-Кишлаг).

Валовые минеральные и химические составы различных подтипов колчеданных месторождений обычно близки и различия заключаются, в основном, лишь в количественных соотношениях рудообразующих минералов и элементов. Особенно тесно связаны между собой медноколчеданные, медноцинковые, полиметаллические и барито-полиметаллические месторождения, иногда пространственно совмещенные и обнаруживающие отчетливо выраженную зональность отложения, обусловленную последовательным понижением раствори-

мости рудных компонентов при изменении физико-химического режима гидротермальной системы. В некоторых случаях, однако, растворы, отлагавшие медноколчеданные и барито-полиметаллические руды, выносили рудные компоненты из параллельно развивавшихся, но обладавших определенной металлогенической специализацией периферических магматических очагов, как это можно предполагать для Алавердского рудного района и, возможно, для Кафана. Основанием для такого предположения служит наличие в Северной Армении колчеданных месторождений, одновозрастных по геологическим данным, но относящихся к разным минеральным подтипам. Алавердское и Шамлугское месторождения являются в своей основе медными и медно-цинковыми, но в верхних горизонтах содержат тела полиметаллических руд, в которых свинец и цинк играют главную роль. Вместе с тем залегающая гипсометрически значительно ниже Шамлугского и Алавердского месторождений Ахтала представлена главным образом рудами полиметаллического и барито-полиметаллического состава, в которых книзу увеличивается содержание меди. Относительно широкое развитие полиметаллических и барито-полиметаллических руд колчеданного типа на Малом Кавказе можно объяснить, по-видимому, значительным участием в зарождении и эволюции магматических расплавов силлицического материала, что, в свою очередь, связано с большой мощностью земной коры в пределах складчатой области.

Все колчеданные месторождения приурочены к гидротермально измененным породам, несущим следы интенсивного гипогенного выщелачивания и последующего отложения выщелоченных компонентов и получившимся главным образом за счет альбитофигов, кварцевых альбитофигов, их туфов и вулканических брекчий. Процессы метаморфизма и метасоматоза характеризовались длительным прерывисто-непрерывным развитием, проявляясь как при накоплении вулканогенных толщ и внедрении сопровождающих эти толщи субвулканических образований, отвечающим периоду преимущественного прогибания колчеданосных рудных районов, так и в период преимущественного их воздымания, когда главной формой магматической деятельности было внедрение интрузивных и жильных пород глубинного происхождения.

В течение первого из этих периодов происходил аутометасоматоз вулканогенных толщ и субвулканических пород, непосредственно перераставший в ранний региональный послевулканический метасоматоз, который начинался в средне-температурных условиях и характеризовался последовательным падением температуры. Важнейшим результатом перегруппировки минеральных компонентов, происходившей при этих процессах, был натриево-кремнистый метасоматоз, приводивший к образованию альбитофигов (жератофигов), квар-

цевых альбитофиров (кварцевых кератофиров), их туфов и вулканических брекчий.

Вместе с тем вследствие регионального послевулканического метасоматоза, наиболее интенсивно проявившегося в завершающие стадии вулканических циклов одновременно с внедрением главной массы субвулканических тел, вулканогенные породы подвергались среднетемпературной и низкотемпературной пропилитизации и в некоторых участках благодаря дифференциации щелочных и кислотных компонентов и возникновению опережающей волны последних — гипогенному выщелачиванию с образованием окварцованных, серицитизированных и каолинизированных разностей. Иногда при этом возникали гидротермально измененные породы с высокоглиноземистыми минералами, отмечающиеся на Чирагидзорском, Тандзутском и Кафанском месторождениях.

В период преимущественного вздымания колчеданосных рудных районов, кроме слабо выраженного аутометасоматоза и регионального послевулканического метасоматоза относительно маломощных, почти недифференцированных вулканогенных толщ, аутометасоматических преобразований в интрузивных и жильных породах и локального контактового метаморфизма и метасоматоза вокруг гранитоидных массивов, происходил низкотемпературный околотрещинный метасоматоз, приводивший, прежде всего, к гипогенному выщелачиванию магматических и осадочных образований, особенно интенсивно проявившемуся в вулканогенных породах кислого состава; в зонах нейтрализации кислых растворов происходило разложение более ранней эпидот-хлоритовой ассоциации или же сохранившихся магматических минеральных парагенезисов и замещение их более устойчивой кварцево-карбонатно-хлоритовой ассоциацией, отвечающей по составу низкотемпературной пропилитовой фации, возникавшей и при региональном послевулканическом метасоматозе. В несколько более поздние стадии низкотемпературного околотрещинного метасоматоза выщелоченные компоненты переотлагались с образованием анхимономинеральных хлоритовых, серицитовых и огипсованных пород. Интенсивные проявления низкотемпературного сульфатного метасоматоза в виде скоплений гипса или же ангидрита являются специфической особенностью ряда колчеданных — главным образом, медных и медноцинковых — месторождений Малого Кавказа (Алаверды, Шамлуг, Кафан). Для поздних стадий околотрещинного метасоматоза на полиметаллических месторождениях колчеданной формации (Ахтала, Маднеули) более характерно накопление барита.

Вследствие длительного развития гидротермальных метасоматических процессов, характеризовавшегося неоднократным изменением физико-химических параметров систем и в

некоторых случаях изменением путей движения гидротермальных растворов, строение метасоматических ореолов на колчеданных месторождениях и в их рудных полях является сложным и проявления метасоматической зональности могут быть использованы для поисковых целей лишь в тесном сочетании с литологическими и структурными факторами.

Соотношения колчеданных руд с вмещающими породами, со структурными элементами и с дайками субвулканического и глубинного происхождения свидетельствуют об эпигенетическом характере колчеданного оруденения по отношению к рудовмещающим толщам. Однако время процесса рудоотложения в ходе эволюции магматических очагов, зародившихся в начальные этапы прогибания интрагеосинклиналей, может быть различным. В одних случаях колчеданные руды в главной своей массе отлагались в конце вулканических циклов синхронно с внедрением большей части субвулканических тел в результате изменения режима кислотности-щелочности при процессах регионального послевулканического метасоматоза. При этом накапливалось преимущественно серноколчеданное оруденение, но иногда возникали, вероятно, и крупные скопления медных, медно-цинковых и полиметаллических руд (Кафан, возможно, Маднеули).

Второй этап рудоотложения совпадал с внедрением даек жильных пород, следовавшим за формированием интрузий плагιοгранитного ряда. Возникавшие при этом концентрации медноколчеданных и барито-полиметаллических руд сопровождались низкотемпературным околотрещинным метасоматозом, приводившим, как указывалось, к замещению ранее существовавших минеральных парагенезисов, в которых ту или иную роль играли высокоглиноземистые минералы, более устойчивыми низкотемпературными ассоциациями.

Структурно-морфологические, минералогические и геохимические особенности колчеданных месторождений, сформировавшихся в этап регионального послевулканического метасоматоза, свидетельствуют об их образовании в условиях резкого изменения термодинамического режима на глубинах, измерявшихся, по-видимому, сотнями метров. К заключению о таких глубинах приводит и реставрация разреза, существовавшего во время отложения руд. Образовавшиеся при более позднем низкотемпературном околотрещинном метасоматозе медноколчеданные и барито-полиметаллические месторождения колчеданного типа формировались в условиях более спокойного физико-химического режима на несколько больших глубинах, достигавших 1000 и более метров.

Наиболее ярко выраженной и давно установленной закономерностью в размещении колчеданных месторождений Малого Кавказа, так же, как и других районов земного шара, является строгая приуроченность промышленных рудных кон-

центраций к входящим в состав геосинклинальных формаций толщам кислых вулканогенных пород — альбитофиров, кварцевых альбитофиров, кварцевых плагиопорфилов и их пирокластических аналогов, создающая представление о стратифицированности колчеданного оруденения. Однако наличие признаков эпигенетического происхождения колчеданных руд свидетельствует о том, что стратифицированность колчеданного оруденения обуславливается специфическим литологическим составом рудовмещающих толщ и их петрохимическими особенностями. В ряде случаев, в частности, в месторождениях Алавердского рудного района, отчетливо видна при переходе вниз по вертикали от кислых вулканогенных пород альбитофирового, дацитового и андезито-дацитового состава к андезитовым и диабазовым порфиритам и их пирокластическим аналогам смена промышленного медного, медно-цинкового и полиметаллического оруденения непромышленными убогими рудопроявлениями или его полное прекращение.

Осаждение рудных компонентов в этих случаях определялось изменением химизма среды и падением давления в системе при переходе гидротермальных растворов в породы кислого или близкого к нему состава, характеризующиеся повышенным содержанием кремнезема и щелочей и более высокой проницаемостью по сравнению с подстилающими породами. Еще большее значение имели различия в химическом составе и физико-механических свойствах между рудовмещающими и перекрывающими породами, о чем свидетельствует концентрация большей части колчеданных руд в зоне контакта этих пород. Внутри толщ кислых эффузивных и пирокластических пород колчеданные руды преимущественно отлагались в туфах и вулканических брекчиях, обладавших более высокой первичной пористостью.

Стратиграфическое положение колчеданосных толщ, их литологический состав и физико-механические свойства рудовмещающих пород, контрастность этих свойств по сравнению с перекрывающими образованиями имели важное значение при развитии структуры отдельных участков, обуславливая сильную деформированность рудовмещающих толщ и их высокую проницаемость для гидротермальных растворов. Таким образом, стратиграфо-литологический контроль колчеданного оруденения тесно связан со структурным контролем и размещение колчеданных месторождений Малого Кавказа, определяется совокупностью структурных и стратиграфо-литологических факторов.

Роль структурных факторов исключительно велика в размещении колчеданного оруденения в региональном и локальном плане и в морфогенезисе рудных тел. Рудные поля колчеданных месторождений и колчеданосные рудные районы приурочены к положительным складчатым структурам раз-

личных порядков, разбитым в отдельных участках разрывными нарушениями различных направлений. Как указывалось, эти складчатые структуры имели длительное развитие, зародившись еще в процессе дифференцированного прогибания интрагеосинклиналей при накоплении вулканогенных толщ. Морфологические и генетические особенности антиклинальных складок, их соотношения с разрывными нарушениями глубокого заложения и с разрывными нарушениями и тектоническими трещинами, развивающимися в верхней оболочке земной коры, определяют конкретные черты структуры различных колчеданосных рудных районов.

В юрско-неокомовом тектоно-магматическом комплексе, характеризующемся относительно спокойной складчатостью, представляющей по терминологии В. В. Белоусова складчатость промежуточного типа, рудные районы (Алавердский, Кедабекский, Чирагидзорский) приурочены к осложненным разрывными нарушениями различных направлений брахиантиклиналям на крыльях антиклинорий или их погружениях; в зонах глубинных разломов брахиантиклинали носят шовный характер, примером чему служит Кафанский рудный район.

В верхнемеловом тектоно-магматическом комплексе Болнисской зоны, как следует из ее характеристики, контуры Болнисского рудного района совпадают с площадью развития мелких поднятий вулканотектонического происхождения, сопряженных с серией расколов в неглубокозалегающем доверхнемеловом фундаменте.

В палеогеновом тектоно-магматическом комплексе Севано-Акеринской зоны с характерной для нее линейной складчатостью положение колчеданосных рудных районов обуславливается развитием осложненных разрывными нарушениями антиклинальных складок в участках максимального прогибания зоны и проявления резко дифференцированных тектонических движений.

Положение рудных полей в пределах колчеданосных рудных районов определяется распространением потенциально рудоносных толщ, степенью проницаемости различных участков для гидротермальных растворов, находящейся в зависимости от первичной пористости вулканогенных пород и степени их деформированности, а также контрастностью физико-механических свойств между различными горизонтами.

Отвечающие рудным полям участки с относительно сложной деформированностью рудовмещающих толщ располагаются большей частью на крыльях антиклинальных складок или на погружениях их шарниров, причем наиболее благоприятными местами для развития интенсивных деформаций оказываются изгибы крыльев брахиформных или линейных антиклиналей, а также расположенные на крыльях складок фрагменты вулканических построек центрального типа. Важ-

ную роль в размещении интенсивно деформированных участков играют охарактеризованные ранее пояса повышенной трещиноватости, являющиеся вероятным отражением расколов в догеосинклинальном фундаменте и закономерно развивающиеся в ходе формирования структуры колчеданосных рудных районов.

Сложная деформированность участков, представляющих рудные поля колчеданных месторождений, сказывается в развитии мелких складок и флексуорообразных изгибов, в появлении разных по своим морфогенетическим особенностям разрывных нарушений и связанной с ними тектонической трещиноватости и иногда в образовании межформационных и внутриформационных зон отслаивания, рассланцевания и дробления. Как было показано выше, формирование структуры отдельных рудных районов, в процессе которого закономерно возникали локальные интенсивно деформированные участки, происходило длительное время, начинаясь во время накопления соответствующих вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщ и завершаясь, в основном, в эпоху инверсионной складчатости.

В Алавердском рудном районе в связи с его расположением на стыке различных структурно-фациальных зон проявились и более поздние тектонические движения, являющиеся отражением складкообразовательных процессов, проходивших в смежных мобильных зонах в преэоценовое и, главным образом, в преолигоценное время.

В ходе длительного развития структуры неоднократно, по-видимому, изменялись внешние условия деформации. Такие изменения выражались в смене вертикальных усилий, характерных преимущественно для начальных и конечных этапов деформации, тангенциальными напряжениями, господствовавшими во время инверсионной складчатости, и в неоднократном чередовании режимов сжатия и растяжения, обусловленном тем же изменением направления усилий или изменением их величин.

Несмотря на эти изменения тектонического режима, развитие структур рудных районов и рудных полей шло, как правило, унаследованным путем, вследствие чего движения на поздних этапах деформации происходили по заложенным в более раннее время ослабленным направлениям. Такая унаследованность развития структур, при общей их длительности формирования, обуславливала пространственное совмещение различных структурных элементов и нередкую концентрацию разновозрастных субвулканических и жильных образований и проявлений гидротермальной деятельности. В рудных полях Алавердского рудного района развиты, например, наряду с субвулканическими фациями дебедачайской и рудосной свит, субвулканические аналоги эффузивов батского и

верхнеюрского возраста, жильные породы, внедрявшиеся в конце юрско-неокомового тектоно-магматического цикла, и близкие к ним по составу палеогеновые жильные образования. В пределах рудных полей наблюдаются и наиболее интенсивные проявления гипогенного выщелачивания и средне-температурной и низкотемпературной пропилитизации.

Особенно длительным развитием отличались, кроме главных складчатых форм, разрывные нарушения, параллельные крыльям складок («оконтуривающие» трещины), и обычно несколько более поздние поперечные разрывные нарушения и тектонические трещины, иногда, как отмечалось, концентрирующиеся в пояса повышенной трещиноватости.

Вместе с тем достаточно длительным развитием обладали и зоны отслаивания и рассланцевания на контактах разнородных по физико-механическим свойствам пород, возникавшие, как было сказано выше, в процессе инверсионной складчатости или при весьма напряженных тектонических движениях и в более раннее время. На длительность развития этих зон указывает наблюдающаяся особенно отчетливо на Шамлуге приуроченность к ним пластообразных залежей плагиогранитпорфиров и микроплагиогранитов, гидротермально измененных пород и проявлений колчеданного оруденения и дробление минеральных ассоциаций, возникших в ранние стадии послемагматических процессов. Весьма интересно, что формирование зон отслаивания и рассланцевания совпадало с подновлением движений по крутопадающим поперечным и диагональным тектоническим трещинам и с приоткрыванием «оконтуривающих» трещин, о чем свидетельствует нередко наблюдающийся в том же Шамлугском рудном поле непосредственный переход даек плагиогранитпорфиров и микроплагиогранитов, развитых в вулканогенных породах низов разреза, в пластообразные тела на контакте толщи альбитофиринов, кварцевых альбитофиринов и их пирокластических аналогов (рудноносный свиты) с перекрывающими их туфогенными песчаниками верхнего байоса — бата или внутри последних.

В соответствии с особенностями строения и истории геологического развития отдельных рудных районов в различных структурно-фациальных зонах положение рудных полей, отвечающих наиболее деформированным участкам на площадях развития потенциально рудоносных базальт-андезито-дацитовых, диабаз-альбитофировых и альбитофирино-андезитовых формаций, является неодинаковым. Можно выделить три главных типа структур колчеданоносных рудных полей: 1) рудные поля, приуроченные к изгибам крыльев брахиантиклиналей (Алавердское, Шамлугское, Кафанское, Кедабекское); 2) рудные поля в местах развития вулканотектонических построек (Ахтальское и Маднеульское); 3) рудные по-

ля на погружениях шарниров брахиформных и линейных антиклинальных складок (Чирагидзор-Тоганалинское, Тандзутское, Чибухлинское).

Совокупность благоприятных стратиграфо-литологических и структурных факторов определяет и размещение колчеданных месторождений внутри рудных полей. О роли и значении стратиграфо-литологического контроля колчеданного оруденения говорилось выше. Концентрация локальных структурных элементов в определенных частях рудного поля при благоприятном литологическом составе толщ способствовала интенсивной циркуляции гидротермальных растворов и концентрированному отложению рудных минералов. Возникавшие при этом рудные скопления имеют или форму пластообразных и линзообразных залежей, почти согласных с контактами рудовмещающих пород, или штокообразных и гнездообразных тел с близкими к изометрическим очертаниям, или секущих жилообразных тел и зон прожилково-вкрапленного оруденения.

Пластообразные и линзообразные залежи образовывались в зонах межформационного и внутриформационного отслаивания и рассланцевания. Штокообразные и гнездообразные тела приурочены обычно к пересечениям и сопряжениям разрывных нарушений различного направления, тела жилообразной формы — к одиночным крутопадающим тектоническим трещинам, а штокверкообразные тела прожилково-вкрапленных руд — к зонам трещиноватости вдоль разрывных нарушений. Сульфидные жилы и прожилки наблюдаются в дорудных тектонических трещинах любых направлений, встречаясь большей частью в низах разреза рудоносных вулканогенных формаций и, гораздо реже, в перекрывающих эти формации толщах.

Важно однако подчеркнуть, что промышленное колчеданное оруденение жильного и прожилково-вкрапленного типа локализуется в зонах трещиноватости, связанных лишь с параллельными крыльями антиклинальных складок разрывными нарушениями и тектоническими трещинами. Поперечные и диагональные по отношению к крыльям складок трещины играли роль рудораспределяющих каналов и промышленного оруденения, как правило, не несут. В некоторых случаях жилообразные тела и зоны прожилково-вкрапленного оруденения, приуроченные к «оконтуривающим» трещинам в нижних частях толщ и горизонтов кислых или близких к ним по составу вулканогенных пород, непосредственно или после небольшого безрудного интервала переходят вверх в пластообразные и линзообразные колчеданные залежи в зонах межформационного отслаивания и рассланцевания (Шамлуг, юго-западный участок Алавердского месторождения).

При отсутствии дорудного межформационного отслаивания и рассланцевания штокверкообразные тела прожилково-вкрапленных руд имеют иногда самостоятельное промышленное значение, как это наблюдается в Кафанском рудном поле, где такие тела развиты в зонах трещиноватости вдоль разрывных нарушений северо-западного простирания; к отдельным относительно выдержанным оперяющим трещинам скальвания субширотного направления в этих зонах приурочены, кроме того, жильобразные залежи колчеданных руд. При таком же отсутствии межформационного отслаивания и рассланцевания в дорудное время в некоторых месторождениях (Чирагидзор) на пересечении систем сближенных тектонических трещин образовались штокообразные рудные тела.

Следует заметить, что штокверкообразные и штокообразные залежи и другие тела сложной формы характерны преимущественно для месторождений, образовавшихся в первые этапы гидротермальной деятельности, отвечающие региональному послевулканическому метасоматозу и шедшие вслед за формированием субвулканических фаций рудовмещающих толщ.

Пластообразные и линзообразные тела, иногда пространственно сопряженные с залегающими в нижних горизонтах жильобразными телами и зонами прожилково-вкрапленного оруденения, наблюдаются главным образом в колчеданных месторождениях, возникших в завершающие стадии тектономагматических циклов после внедрения гранитоидов и жильных пород глубинного происхождения. Иногда, однако, линзообразные тела возникали и в ранних месторождениях простого состава, что отмечается в Севано-Акеринской зоне.

Таким образом, колчеданные месторождения Малого Кавказа могут быть разделены на четыре структурно-морфологических типа:

1) месторождения пластообразной и линзообразной формы в зонах межформационного и внутриформационного отслаивания и рассланцевания (Алаверды, Ахтала, Кедабек, Маднеули, Гандзут, Чибухлы);

2) месторождения штокообразной формы в пересечениях сближенных дорудных тектонических трещин (Чирагидзор);

3) месторождения жильной и штокверкообразной формы в зонах трещиноватости вдоль разрывных нарушений и в оперяющих их трещинах (Кафан);

4) месторождения комбинированной формы, в которых приуроченные к зонам отслаивания и рассланцевания пластообразные и линзообразные тела непосредственно связаны с залегающими в нижних частях рудовмещающих толщ жильобразными залежами и зонами прожилково-вкрапленных руд (Шамлуг, юго-западная часть Алавердского месторождения).

Эти закономерности в размещении колчеданного оруденения и в морфогенезисе рудных тел имеют важнейшее значение при поисках колчеданных руд и при проведении поисково-разведочных операций. В свою очередь, пространственное размещение рудных концентраций, их форма и особенности залегания закономерно связаны с геологическими и геохимическими условиями образования колчеданных месторождений Малого Кавказа.

Как следует из изложенного выше, важнейшими сторонами проблемы формирования колчеданных месторождений этой области являются:

1) Закономерная связь месторождений с тремя разновозрастными тектоно-магматическими комплексами, каждый из которых в то же время характеризуется близким набором магматических и осадочных формаций и близким строением разреза. В последнем главную роль играют дифференцированные по составу альбитофиро-андезитовые и диабазо-альбитофировые толщи, которые сопровождаются коагматичными субвулканическими образованиями и гипабиссальными интрузивными и жильными эквивалентами. В соответствии с различным возрастом указанных тектоно-магматических комплексов выделяются три возрастных группы колчеданных месторождений — юрско-неокомовая, верхнемеловая и палеогеновая.

2) Колчеданные месторождения в рамках каждой из возрастных групп также могли формироваться в различное время, совпадавшее в одних случаях с внедрением субвулканических фаций потенциально рудоносных формаций, а в других случаях — с завершающими стадиями тектоно-магматических циклов, когда происходила инверсионная складчатость и внедрялись гипабиссальные интрузии плагиогранитного ряда и серии жильных пород основного, среднего и кислого состава.

3) Каждый из периодов магматической активности, первый из которых отвечал накоплению вулканогенных толщ и внедрению субвулканических тел, а второй — становлению гипабиссальных образований, сопровождался интенсивной гидротермальной деятельностью, носившей либо характер регионального послевулканического метасоматоза, либо представлявшей низкотемпературный метасоматоз. Колчеданное оруденение и в том и в другом случае накапливалось главным образом в поздние стадии гидротермальных процессов.

4) Образование концентраций колчеданных руд в определенных участках связано с особенностями строения и истории развития последних и определяется совокупностью тесно связанных между собой стратиграфо-литологических и структурных предпосылок, обуславливавших различную степень

проницаемости среды и создававших возможности для накопления рудных компонентов.

Зависимость структурно-морфологических и минералогеохимических особенностей колчеданных месторождений и закономерностей их размещения от взаимосвязанных тектонических и магматических факторов, находящихся свое отражение в объеме и строении тектоно-магматических комплексов, сформировавшихся в процессе геосинклинального развития определенных геотектонических зон, и в характере структурной обстановки в различных частях этих зон, отчетливо видна не только на Малом Кавказе, но и в других колчеданосных металлогенических провинциях. В развитии магматической деятельности, с которой связано образование месторождений колчеданной формации, важнейшая роль принадлежит составу и строению земной коры и верхней мантии в пределах геосинклинальных зон. Состав и строение земной коры определяют характер магматических производных и их металлогеническую специализацию.

Так, на Рудном Алтае, представляющем область широкого распространения месторождений колчеданной формации и характеризующемся большой мощностью земной коры и ее сиалической оболочки, в начальные и ранние этапы геосинклинального развития, начавшегося в среднем девоне, накопились мощные вулканогенные толщи, перемежающиеся с осадочными и туфогенно-осадочными породами и сопровождающиеся субвулканическими образованиями. В вулканогенных толщах низов разреза, по возрасту отвечающих преимущественно эйфельскому ярусу и, частично, живету и верхнему девону и вмещающих большую часть месторождений колчеданной формации, резко преобладают эффузивы и пирокластические породы кислого состава; вулканогенные породы среднего и, еще реже, основного состава играют подчиненную роль. Вместе с тем в трансгрессивных сериях девона и нижнекаменноугольного отдела, сложенных главным образом осадочными отложениями, вулканогенные образования имеют исключительно средний состав.

Судя по петрохимическим данным и возрастному положению, с вулканогенными толщами низов разреза, в целом относящимися к андезит-липаритовой формации с развитием непрерывного ряда дифференциатов, парагенетически связаны интрузии плагиогранитов и кварцевых диоритов и их жильная серия, внедрявшиеся, по-видимому, в конце нижнего или начале среднего карбона.

Большая мощность сиалической оболочки в пределах Рудного Алтая обусловила, кроме того, широкое развитие в этой складчатой области интрузий нормальных гранитоидов верхнепалеозойского Калбинского комплекса.

Так же как и на Малом Кавказе, в пределах Рудного Ал-

тая отчетливо проявилась глыбовая складчатость промежуточного типа с образованием брахиформных складок и широким развитием разрывных нарушений, закономерно связанных со складчатыми формами, которые в той или иной мере несут элементы вулканического происхождения. Лишь в зонах смятия, сопряженных с разделяющими различные структурно-фациальные зоны глубинными разломами, развивается складчатость линейного типа. Важным рудолокализирующим тектоническим элементом являются наблюдающиеся в некоторых участках на контактах разнородных в физико-механическом отношении толщ и горизонтов зоны внутриформационного и межформационного отслаивания и рассланцевания (зоны межпластовых срывов).

В связи со специфическими особенностями развития магматизма на Рудном Алтае подавляющее большинство месторождений колчеданной формации имеет полиметаллический и барито-полиметаллический состав. Серноколчеданные, медные и медно-цинковые месторождения встречаются редко и лишь в некоторых случаях имеют промышленное значение (Николаевское месторождение). Процессы метаморфизма и метасоматоза в колчеданоносных рудных районах и рудных полях Рудного Алтая шли, в общем, таким же путем, как и на Малом Кавказе. Несмотря на дискуссионность вопроса, большинство исследователей, изучавших колчеданно-полиметаллические месторождения этой металлогенической провинции, приходит к выводу о существовании двух главных этапов гидротермальных изменений, в течение первого из которых происходил региональный послевулканический метасоматоз, совпадавший во времени с внедрением основной массы субвулканических тел, а второй этап характеризовался низкотемпературным околотрецинным метасоматозом, шедшим в конечные стадии становление интрузивных и жильных комплексов. Сложность проблемы обуславливает однако разноречивость возрастной датировки гидротермального метаморфизма и рудоотложения. Одни полагают, что формирование месторождений колчеданного типа происходило в верхнем палеозое в связи с внедрением самых поздних на Рудном Алтае жильных серий («малых интрузий»), другие связывают процессы отложения колчеданных руд с завершающими стадиями Зменогорского интрузивного комплекса, который входит вместе с рудовмещающими девонскими вулканогенными толщами в единую интрузивно-эффузивную ассоциацию.

Более определенными чертами сходства с колчеданными месторождениями Малого Кавказа обладают концентрации колчеданно-полиметаллических руд Рудного Алтая в части, касающейся их структурно-морфологических особенностей, стратиграфо-литологического и структурного контроля оруде-

нения, что связано с подчеркнутой выше близостью истории геологического развития обеих территорий.

Колчеданно-полиметаллические месторождения Рудного Алтая чаще всего имеют линзообразную, пластообразную или лентообразную форму и залегают почти согласно с контактами рудовмещающих и перекрывающих пород. В ряде случаев однако рудные тела обладают сложной формой; одновременно выполняя как зоны межпластовых срывов (зоны межформационного и внутриформационного отслаивания и рассланцевания) на контактах литологически контрастных пачек, так и секущие тектонические трещины.

Подавляющее большинство месторождений приурочено к занимающим определенное стратиграфическое положение толщам вулканогенных пород кислого состава, чаще всего располагаясь близ контакта этих толщ с перекрывающими осадочными отложениями или средними и основными вулканогенными образованиями.

Внутри рудоносных толщ размещение колчеданного оруденения контролируется совокупностью литологических и структурных факторов; колчеданные месторождения находятся в интенсивно деформированных участках, отличающихся развитием складчатых структур высоких порядков, разрывных нарушений различных направлений, тектонических трещин и зон межформационного и внутриформационного отслаивания и рассланцевания.

Эти имеющие универсальное значение закономерности характерны и для колчеданных месторождений Южного Урала, сильно отличающегося однако по геологическому строению, истории геологического развития и по некоторым металлогеническим особенностям — прежде всего по минерально-геохимической характеристике и возрастному положению колчеданных месторождений — от Малого Кавказа и Рудного Алтая.

Большая часть колчеданных месторождений Южного Урала находится в Магнитогорском мегасинклинории, представляющем крупную отрицательную структуру, выполненную почти целиком среднепалеозойскими образованиями и ограниченную от смежных положительных структур — Башкирского и Восточно-Уральского мегаантиклинориев — зонами глубинных разломов, в которых широко распространены интрузии гипербазитов; глубинные разломы, подчеркивающиеся телами гипербазитов, разграничивают отдельные структурно-фациальные зоны и внутри мегасинклинория.

Геосинклинальное развитие мегасинклинория наиболее интенсивно проявилось в силуре, девоне и нижнем карбоне. В силуре и девоне в прогибах, последовательно смещавшихся от крыльев к осевой части мегасинклинория, накапливались мощные диабазо-альбитофировые толщи, которые перекрыва-

ются либо недифференцированными вулканогенными образованиями среднего состава, либо туфогенно-осадочными отложениями. Лишь в северной части мегасинклинория перекрывающая эйфельскую диабаз-альбитофировую формацию улугауская свита живетского возраста сложена вулканогенными породами диабазового, андезитового и дацитового состава, образующими непрерывный ряд дифференциатов.

Верхнедевонские отложения, выполняющие наложенные мульды, представлены недифференцированными вулканогенными толщами андезито-базальтового состава и осадочными породами. Нижнекаменноугольный отдел сложен, наряду с осадочными отложениями, вулканогенными породами, в значительной степени относящимися к калинатовому типу, тогда как более древние вулканогенные образования отличаются известково-щелочным характером при резко выраженном преобладании натрия над калием.

Для интрузивного магматизма Магнитогорского мегасинклинория характерно широкое развитие ультраосновных интрузий и, наоборот, слабое распространение интрузий плаггиогранитного ряда. В краевых частях структуры в верхнепалеозойское время после инверсионной складчатости внедрялись нормальные гранитоиды, основным полем развития которых является однако Восточно-Уральский мегаантиклинорий.

В связи со складкообразовательными движениями в доинверсионное время формировались, кроме ультраосновных интрузий, слабо дифференцированные габбро-диоритовые комплексы, представленные обычно небольшими дайкообразными и пластообразными залежами. В этих комплексах, за исключением развитого в осевой части мегасинклинория Магнитогорского комплекса, интрузии плаггиогранитов или совсем отсутствуют или имеют весьма ограниченное значение.

В отличие от Малого Кавказа и Рудного Алтая на Южном Урале колчеданоносные вулканогенные толщи, к которым относятся силурийская баймак-бурибаевская свита, карамалыташская свита эйфельского возраста и развиты в северной части мегасинклинория дифференцированные вулканогенные фации живетской улугауской свиты, не сопровождаются, как правило, комагматичными интрузивными породами габброидного или плаггиогранитного ряда, характеризующаясь в то же время крайне широким развитием субвулканических тел.

Субвулканические породы, представленные штокообразными, пластообразными и дайкообразными телами, внедрялись как во время активного вулканизма, так и, большей частью, в конце его, иногда уже в период проявления более поздних вулканических циклов в смежных структурно-фациальных зонах.

В петрографическом и петрохимическом отношениях субвулканические породы близки к эффузивам родственных вулканогенных толщ. Проявившаяся в карамалытешской и в значительной части баймак-бурибаевской свит контрастная дифференциация находит свое отражение и в сопровождающих эти свиты субвулканических комплексах. Вместе с тем в Баймакском рудном районе, отличавшемся в силуре интрагеоантисклинальными тенденциями развития, баймак-бурибаевская свита и сопровождающие ее субвулканические образования представлены непрерывным рядом дифференциатов базальт-андезит-дацитового состава. Одновременно с субвулканическими породами здесь же сформировались мелкие тела плагиогранитов, образующие вместе с ними и с вулканогенными породами баймак-бурибаевской свиты единый вулканоплутонический комплекс.

Особенности проявившейся в среднепалеозойское время магматической деятельности, отличавшейся широким развитием пород ультраосновного и основного состава, связаны, очевидно, с небольшой мощностью земной коры и, прежде всего, синалической оболочки в Магнитогорском мегасинклинии, так же как и во всей Уральской складчатой области.

Эти особенности магматизма находят отражение в металлогенической характеристике мегасинклинии, важнейшей чертой которой является широкое распространение колчеданных месторождений. Почти все они имеют медноколчеданный, медно-цинковый или серноколчеданный состав, будучи пространственно и парагенетически связаны с контрастно-дифференцированными диабаз-альбитофировыми толщами баймак-бурибаевской и карамалыташской свит. Колчеданные месторождения в улутауской свите, с проявившейся в ней местами непрерывной дифференциацией, отличаются более высоким содержанием свинца, серебра и золота (месторождения имени XIX партсъезда, Молодежное и т. д.), хотя в своей основе являются медными и медноцинковыми. В то же время в связи с Баймакским вулканоплутоническим комплексом, в котором непрерывная дифференциация выразилась более ярко, находятся золото-полиметаллические месторождения, еще сильнее отличающиеся от типичных проявлений колчеданного оруденения.

Редуцированный объем колчеданоносных тектоно-магматических комплексов, выражающийся в почти полном отсутствии их интрузивных членов, обуславливает более тесную, чем на Рудном Алтае и во многих районах Малого Кавказа возрастную, связь проявлений гидротермальной деятельности и оруденения с рудовмещающими вулканогенными толщами. И репональный послевулканический метасоматоз и несколько более поздний низкотемпературный околотрещинный метасоматоз в колчеданоносных рудных районах и руд-

ных полях Южного Урала проявлялись в конечные стадии формирования субвулканических комплексов, связанных с дифференцированными вулканогенными толщами. Проявления метаморфизма и метасоматоза, связанные с внедрением интрузий, имеют достаточно отчетливо заметный наложенный по отношению к колчеданному оруденению характер.

Обладая тесной пространственной и парагенетической связью с разновозрастными вулканогенными толщами — баймак-бурибаевской, карамалыташской и улутауской свитами, колчеданные месторождения Южного Урала имеют, по-видимому, и различный возраст, отвечающий концу времени формирования соответствующих субвулканических серий.

Несколько отличаясь в генетическом отношении, колчеданные месторождения Южного Урала в то же время по своим структурно-морфологическим особенностям и закономерностям размещения близки к месторождениям колчеданной формации в других металлогенических провинциях. Большинство колчеданных месторождений Магнитогорского мегасинклиория приурочено к кислым вулканогенным породам — альбитофиром, кварцевым альбитофиром, дацитовым порфирирам, их туфам и вулканическим брекчиям, располагаясь главным образом в зоне контакта их с перекрывающими вулканогенными породами основного состава или с осадочными отложениями. Наблюдающиеся иногда отклонения от этой закономерности, выражающиеся в приуроченности промышленных концентраций колчеданных руд к спилитам и альбитизированным диабазом (месторождение Бурбай), связаны с причинами структурного порядка. В структурном отношении для колчеданных месторождений Южного Урала характерна связь с осложняющими брахиформные складчатые структуры разрывными нарушениями длительного развития, заложенными так же, как и сами складки еще в периоды накопления вулканогенных толщ. Связь с разрывными нарушениями, сопряженными в той или иной форме с зонами межформационного и внутриформационного отслаивания и расланцевания, обуславливает появление в колчеданных рудных телах на месторождениях Южного Урала секущих апофиз и сложных контуров, хотя сами рудные тела обладают обычно линзообразной или пластообразной формой.

Таким образом, анализ геологических, минералого-геохимических и генетических особенностей колчеданных месторождений Рудного Алтая и Южного Урала и их сравнение с колчеданными месторождениями Малого Кавказа, демонстрируя сложность проблемы колчеданного рудообразования, подтверждают положение о закономерной связи колчеданных месторождений с определенными тектоно-магматиче-

скими комплексами, формировавшимися в начальные и ранние этапы развития некоторых геосинклинальных зон. Объем и строение этих тектоно-магматических комплексов, находясь в зависимости от тектонических условий и строения земной коры, сказываются в минералого-геохимических особенностях колчеданных месторождений и в формах их связи с магматическими производными. С этих точек зрения Малый Кавказ занимает промежуточное положение между Южным Уралом и Рудным Алтаем, характеризуясь развитием как, собственно, колчеданных, так и полиметаллических месторождений, часть из которых формировалась в конечные стадии становления тектоно-магматических комплексов, тогда как другая часть возникала в связи с внедрением субвулканических тел в конце вулканических циклов.

Независимо от этого структурно-морфологические особенности колчеданных месторождений и закономерности их пространственного размещения, обуславливаясь совокупностью литологических и структурных факторов, конкретизирующихся спецификой геологической обстановки различных районов и рудных полей, сохраняют свои принципиально важные общие черты.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

- |  |            |
|--|------------|
| 1. О возрасте интрузивных пород Северной Армении. Сб. Вопр. теорет. и прикл. геологии, 1947  | 0,5 п. л.  |
| 2. Жильные породы Алавердского района Армении. Тр. Воронеж. Госуниверситета, вып. XXXI, 1954   | 1,2 п. л.  |
| 3. О связи колчеданных месторождений с магматизмом. Сб. Магм. и связь с ним пол. ископ., Труды I-го Всес. петрогр. совещания, 1955   | 0,2 п. л.  |
| 4. Роль структурных и стратиграфо-литологических факторов в размещении колчеданного оруденения в пределах Северной Армении. Сб. Закономерн. размещ. пол. ископ., т. II, 1959 | 1,5 п. л.  |
| 5. Новые данные о возрасте и условиях залегания кварцевых порфиров Северной Армении. Соавторы: Э. Г. Малхасян, Н. М. Чернышов. ДАН Арм. ССР, т. XXVII, № 9, 1959             | 0,3 п. л.  |
| 6. Структура Шамлугского медноколчеданного месторождения. Сб. Структуры рудн. полей. Госгеолтехиздат, 1960   | 0,6 п. л.  |
| 7. Основные черты структурного контроля колчеданного оруденения на Малом Кавказе. Сб. Тезисы сессии по закономерн. разм. медноколч. и меднопорфир. м-ний. 1960               | 0,7 п. л.  |
| 8. Околорудные изменения в колчеданных месторождениях Малого Кавказа. Изв. высш. учеб. зав., сер. геол. и разв., № 2, 1961   | 0,7 п. л.  |
| 9. Типы структур колчеданных месторождений и их рудных полей на Малом Кавказе. Сов. геол., № 9, 1961   | 0,7 п. л.  |
| 10. Геология колчеданных месторождений Алавердского рудного района. Изд. АН Армянской ССР, 1961  | 10,7 п. л. |

- |   |           |
|---|-----------|
| 11. Ахталский среднеюрский вулкан в Армении. Соавтор Н. М. Чернышов. Сб. Геол.-минерал. особенности медных м-ний Южн. Урала. Изд. БФАН СССР, 1962   | 0,6 п. л. |
| 12. О соотношениях колчеданного, свинцово-цинкового и баритового типов оруденения. Сб. Законом. разм. пол. ископ., т. V, 1962   | 0,6 п. л. |
| 13. Развитие вулканизма в Северной Армении в мезозойское и палеогеновое время и связь с ним колчеданного оруденения. Сб. Проблемы вулканизма. Изд. АН СССР, 1962  | 0,2 п. л. |
| 14. Субвулканические образования юрского возраста в Алавердском рудном районе. Соавтор Н. М. Чернышов. Изв. высш. уч. завед., сер. геол. и разв., № 8, 1962   | 0,8 п. л. |
| 15. Условия локализации колчеданного оруденения в Алавердском рудном поле. Сб. Вопр. магматизма, метаморфизма и рудообразования. Госгеолтехиздат, 1963  | 0,7 п. л. |
| 16. Стратиграфо-литологический контроль колчеданного оруденения на Малом Кавказе и его значение для поисков месторождений скрытого типа. Сб. Вопр. изучения и методы поисков скрытого оруденения. Госгеолтехиздат, 1963 | 0,8 п. л. |
| 17. Генетические особенности колчеданных месторождений Малого Кавказа и некоторые особенности их размещения. Сб. Законом. разм. пол. ископ., т. VII, 1964   | 0,3 п. л. |
| 18. Тектоно-магматические этапы и металлогения Южного Урала. Сб. Связь тектоники, магматизма и рудных месторождений. Соавторы: Я. Я. Вецлер, Г. И. Водорезов, В. А. Прокин, 1964  | 0,4 п. л. |
| 19. Критерии для поисков колчеданных месторождений на Южном Урале. Разв. недр, № 6, 1966  | 0,4 п. л. |

830