

6. Малахов И.А. Расчет формул минералов и использование их типохимизма для выявления генетической природы и формационной принадлежности пород: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГТГА, 2002. 228 с.

7. Соболев Н.В. Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии // Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 183. Новосибирск: Наука, 1974. 264 с.

8. Соболев Н.В., Ефимова Э.С., Реймерс Л.Ф. и др. Минеральные включения в алмазах Архангельской алмазоносной провинции // Геология и геофизика. 1997. № 2. С. 358-370.

9. MacGregor I.D. The effect of CaO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on the stability of spinel and garnet peridotites - Phys. Earth and Planet Interior, 1970, No3. P. 372-377.

10. Munoz M., Segredo J. Clinopyroxenes as geobarometric indicators in mafic and ultramafic rocks from Canary Islands. Contribs Mineral. and Petrol., 1974, vol. 44. P. 139-147.

УДК 553.435

В.Ф. Рудницкий

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЛЧЕДАННОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ГОРНЫХ ОТВОДОВ МЕДНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ УРАЛА

Интенсификация горнодобывающего производства за счет совершенствования технических средств и технологий существенно сокращает сроки разработки месторождений, что требует оперативного восполнения разведанных запасов минерального сырья. Воспроизводство минеральных ресурсов для действующих меднорудных предприятий может быть осуществлено по различным направлениям: освоение близрасположенных новых объектов; вовлечение в переработку техногенных отходов, в т. ч. старых отвалов с некондиционными на период разработки объемами бедных руд и оруденелых пород и пр. Одним из приоритетных и эффективных направлений, не требующих значительных затрат на геологоразведочные и горнопроходческие работы, остается поиск и осуществление прироста запасов за счет обнаружения новых залежей на флангах и глубоких горизонтах эксплуатируемых месторождений. Открытие Ново-Учалинского медноцинковоколчеданного месторождения в 1,5 км к югу от действующего Учалинского рудника [6], а также выявление Нижней залежи в борту Сибайского карьера с запасами в несколько сотен тысяч тонн металла подтверждают перспективность горных отводов медных рудников для наращивания запасов минерального сырья.

Методологические основы прогнозирования медноколчеданного оруденения в вулканитах базальт-риолитовой и базальт-андезит-дацит-риолитовой формации палеозойского возраста Урала освещены в многочисленных рекомендациях и разработках [1-5, 8-10, 12, 16]. Предложены многофакторные модели месторождений, состоящие из элементов, доступных для обнаружения методами, применяемыми на соответствующих стадиях геологоразведочных работ. На основе их составлены прогнозно-поисковые комплексы [8].

Колчеданные залежи и вмещающие их вулканиты - это продукты единого петрологического процесса. В связи с этим перспективными и эффективными при локальном прогнозировании являются, на наш взгляд, разработки, основанные на изучении вещественных и вещественно-структурных проявлений вулканогенных, гидротермальных и седиментационных процессов, ведущих к колчеданному рудоотложению и сопровождающих его. Наиболее значимые предпосылки обнаружения колчеданного оруденения сведены в обобщающем разрезе (рис. 1).

Необходимым условием эффективного прогнозирования является выделение этапов работ, определение при этом целей и задач, методов решения и четкого понимания конечных результатов для каждого этапа. В зависимости от уровня изученности того или иного участка прогнозно-поисковые работы проектируются с соответствующего этапа.

Наиболее рациональна, на наш взгляд, следующая последовательность выявления объектов и факторов при локальном (крупномасштабном) прогнозировании колчеданного оруденения на площадях в пределах горных отводов действующих меднорудных предприятий Урала (рис. 2).

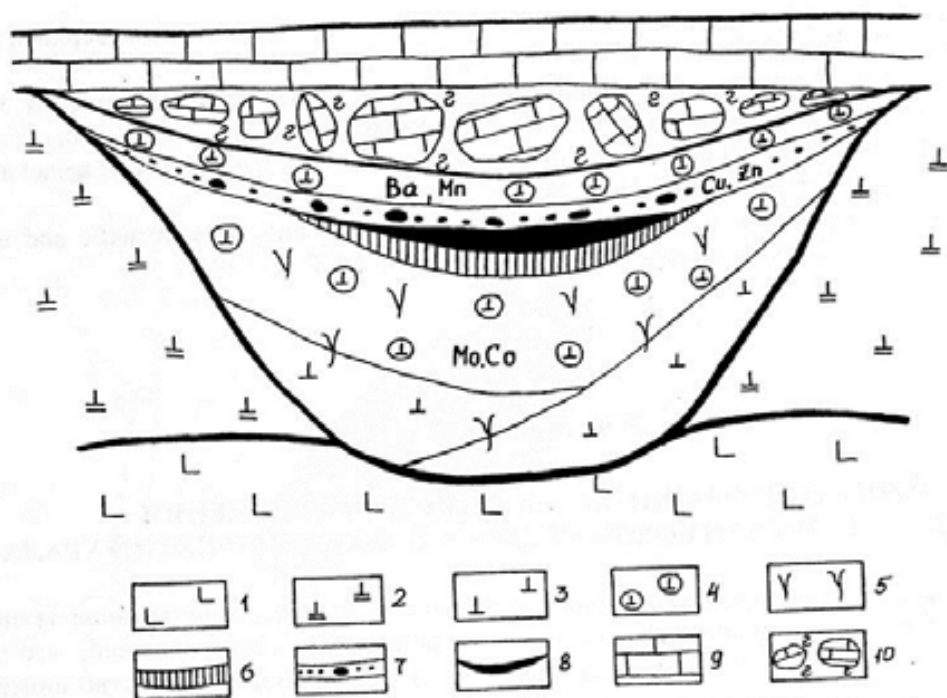


Рис. 1. Типовой разрез колчеданных месторождений уральского типа:

1 - подрудные базальты и их вулканокластические разности; 2-4 - рудовмещающая толща вулканитов риодацитового состава: 2 - экструзивных, 3 - лавовых, 4 - вулканокластических; 5 - рудоподводящий штокверк сульфидов в серицит-хлорит-кварцевых метасоматитах; 6 - прослои гидротермально-осадочных хлоритолитов и джасперитов; 7 - горизонты вулканосадочных пород с рудокластами; 8 - колчеданные залежи; 9 - компактные известняки; 10 - брекчии известняков с гематитизированным цементом.

Химическими символами указаны элементы-индикаторы геохимического ореола над-, под- и рудного уровней

На первом этапе осуществляется составление крупномасштабных палеовулканических карт и выделение палеовулканических структур: положительных (экструзивные купола), отрицательных (депрессий) и равнинных (вулканические покровы). Рудовмещающими являются палеодепресссионные структуры [7, 14]. Палеодепрессии, в плане размером обычно в несколько километров, сложены стратифицированными вулканогенными образованиями: лавовыми, лавокластическими и вулканосадочными. Мощность выполняющих их вулканитов - сотни метров, до 1 - 1,5 км. Характерна чашеобразная форма и невыдержанное залегание отдельных слоев. Одним из наиболее значимых упущений при проведении геологоразведочных работ последних десятилетий являлось то обстоятельство, что данная закономерность не учитывалась должным образом. Экструзивные купола, сложенные однородными риодацитами, разбуривались десятками глубоких скважин с оптимизмом, достойным сожаления.

Палеовулканические реконструкции и составление соответствующих карт (схем) масштабов 1:10 000, 1:25 000 в пределах действующих горнодобывающих предприятий не требуют, как правило, производственных затрат. Исследования по палеовулканическим реконструкциям и составлению карт могут базироваться на геологической документации производственных организаций (ГОКов, ГСП, ГРП), проводивших в районе поисково-съёмочные и разведочные работы.

Палеовулканические реконструкции, проведенные нами в Узельгинском рудном поле [14], позволяют предполагать наличие палеодепресссионных структур: а) в 2,5 км к северу от Чебачьего и Молодежного месторождений; б) в 3,0 км к востоку и 1,5 км к северо-востоку от карьера отработанного месторождения им XIX партсъезда; в) в 1,5-2,0 км к западу от центральной части Узельгинского месторождения и некоторых других участках. Для оценки их рудоносности необходимо детальное изучение керна пробуренных здесь единичных скважин и, в зависимости от результатов исследований, вероятно бурение в последующем 2-3 поисковых скважин глубиной до 500 - 600 м. Палеодепресссионные структуры, по результатам палеовулканических реконструкций, выделены также в Сибайском [15], Маканском (рис. 3) и других рудных полях.

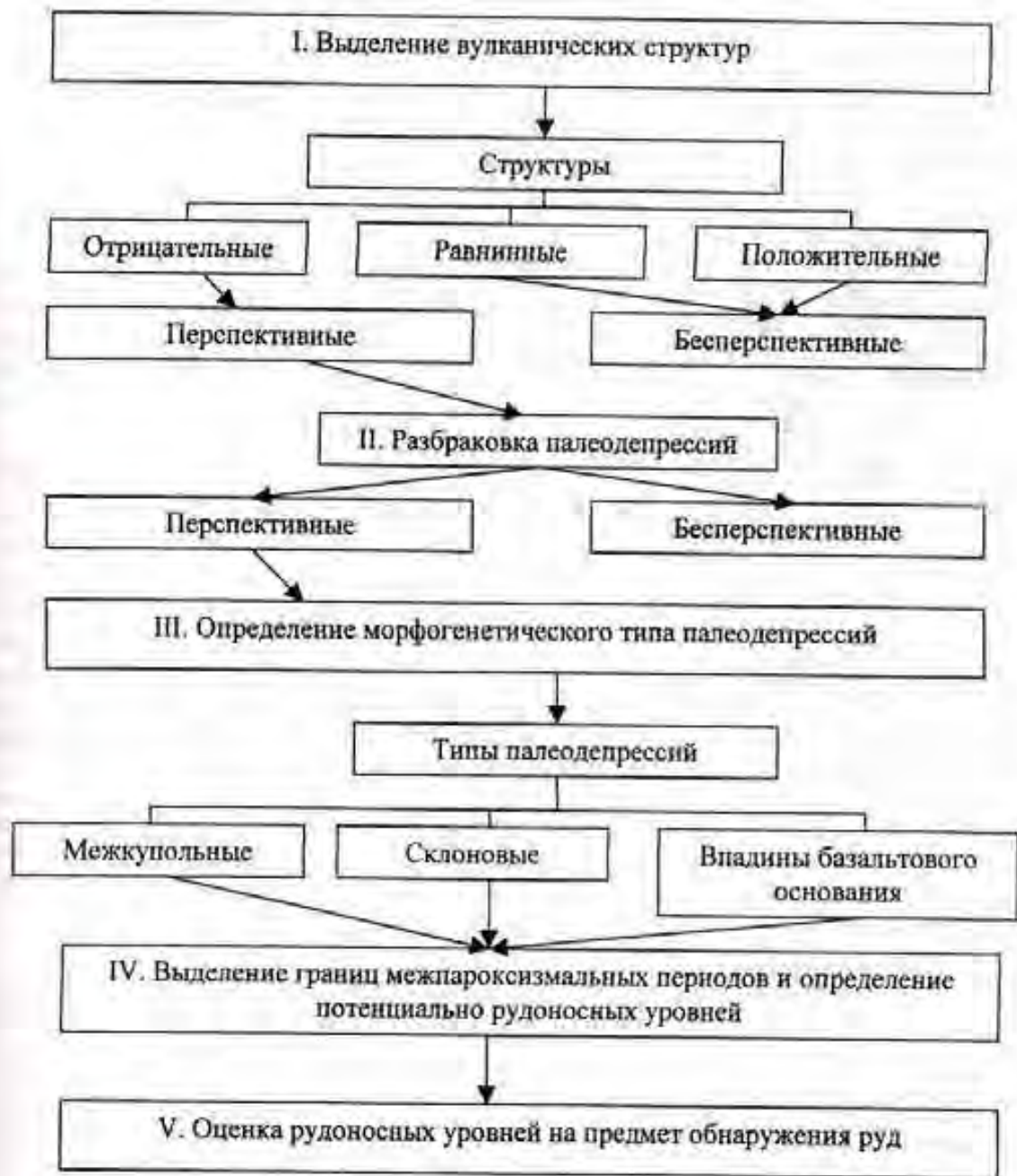


Рис. 2. Алгоритм крупномасштабного прогнозирования колчеданного оруденения

На следующем, *втором*, более детальном этапе проводится разбраковка палеодепрессий на "рудные" и "безрудные", а также оценка в первом приближении вероятности нахождения оруденения.

Геологические разрезы палеодепресссионных структур, вмещающих колчеданные залежи отличаются такими особенностями, как [14]:

1. Наличие как компактных (однородных) лавовых образований, так и их дезинтегрированных (вулканокластических) разновидностей. Обычное соотношение их - один к одному. Нет месторождений, где разрез полностью сложен компактными лавами или же, наоборот, вулканокластическими породами.

2. Вулканокластические разности представлены, в первую очередь, брекчиевыми и зетакситовыми лавами, гиало-лавокластитами, значительно реже тейфроидами. Они являются автохтонными образованиями, т. е. производными лавовых потоков при их растекании и разрушении.

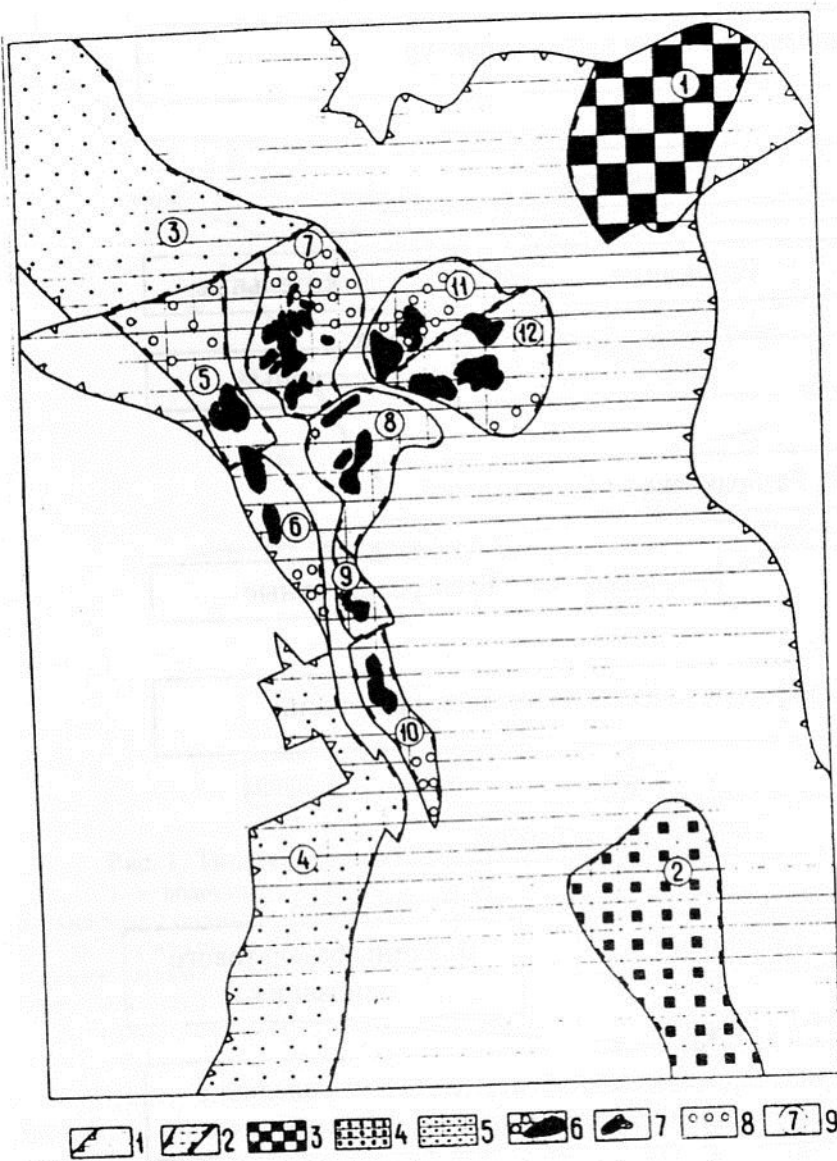


Рис. 3. Прогнозная карта Маканского рудного поля. Составили В.Ф. Рудницкий, Н.Б. Папулов:

1 - контуры палеодепрессии кальдерного типа, соответствующие границам рудного поля; 2-6 - локальные палеодепрессии в пределах рудного поля: 3 - бесперспективные, 4 - с неясными перспективами, 5 - потенциально рудоносные, 6 - с известными рудными телами; 7 - проекции рудных тел; 8 - проектные скважины; 9 - номера локальных палеодепрессий

3. Присутствием горизонтов вулканосадочных пород, фиксирующих межпароксизмальные периоды. Они представлены: а) вулканотерригенными отложениями - преимущественно подводным коллювием и турбидитами; б) гидротермально-осадочными образованиями: ярко-красными железисто-кремнистыми джасперитами и хлоритолитами. Последнее В.В. Масленников [4] считает продуктами гальмиролиза.

4. Завершенный характер гидротермально-метасоматических преобразований вмещающих пород: а) развитие полного набора метасоматических зон (серицит-кварцевой, серицит-хлорит-кварцевой и хлорит-кварцевой); б) полное замещение первичных минералов и стекла вторичными минералами: серицитом, хлоритом, кварцем, карбонатом и др.

5. Кроме того, на месторождениях (Узельгинское, Чебачье, Талганское и др.), где имеются перекрывающие карбонатные толщи, наблюдается брекчированность известняков, особенно в подошве, и интенсивное ожелезнение цемента, вероятно, за счет остаточных рудоносных рассолов.

Безусловно, что при оценке рудоносности необходимо учитывать надрудный комплекс элементов геохимических ореолов [1, 5] и известные геофизические признаки и критерии [5, 8].

Решение задач этого этапа не всегда возможно за счет материалов ранее проведенных работ. Для достоверной оценки необходимо во многих случаях проведение минимального объема буровых работ. Однако это один из принципиально необходимых этапов крупномасштабного прогнозирования колчеданного оруденения.

На следующем (третьем) этапе прогнозирования желательны выяснение морфогенетического типа рудоконтролирующих палеодепрессий, который во многом определяет

морфологию, условия залегания и, главное, масштабы оруденения [14]. Морфогенетический тип палеодепресссионных структур зависит, прежде всего, от положения их относительно экструзивных куполов (силоновые или межкупольные), а также режима прогибания и аккумуляции вулканогенного материала (пассивного или активного). Наиболее мощные залежи, причем на нескольких рудоносных уровнях, формируются в межкупольных палеодепресссиях с активным режимом накопления. Мощность стратифицированного вулканогенного материала в таких палеодепресссионных структурах обычно не менее 500 - 600 м. Типичным представителем этого морфогенетического типа палеодепресссий является палеодепресссионная структура, вмещающая Узельгинское месторождение - одно из крупнейших на Урале по запасам медно-цинковоколчеданных руд. Палеодепрессии, расположенные между экструзивными куполами, но с пассивным режимом накопления стратифицированных вулканитов (мощностью 200 - 500 м), содержат обычно маломощные пластообразные залежи с запасами в целом на уровне мелких и средних месторождений (Талганское месторождение).

Нами проанализировано строение разрезов кислых толщ в палеодепресссиях, не содержащих колчеданное оруденение. Палеодепресссионная структура, расположенная в северо-восточной части Моканского рудного поля (рис. 4), относится к числу аккумулятивных, мощность выполняющих ее вулканогенных пород достигает 800 м. Однако колчеданные руды в промышленных масштабах здесь отсутствуют, а развита лишь рассеянная прожилково-вкрапленная минерализация. Характерной особенностью строения данной палеодепресссии является то, что она почти полностью, за исключением редких потоков компактных лав дацитов, выполнена коллювиальными, в том числе тефроидными брекчиями кислого состава. Типичные для рудоносных разрезов эвтакситовые, брекчиевые лавы, а также вулканокластические образования (гиало-лавокластиты), как продукты дезинтеграции газонасыщенных лав, в ней отсутствуют. Заполнение палеодепресссии, судя по отсутствию в ней горизонтов осадочных пород, в том числе и гидрогенно-осадочного генезиса (хлоритолитов, джасперитов), происходило непрерывно или по крайней мере без длительных перерывов. То есть, в отличие от рудоносных структур, данная безрудная палеодепресссия отличается следующими особенностями: а) выполнением литокластическим, уже остывшим на момент ее формирования материалом; б) отсутствием дискретности в его поступлении.

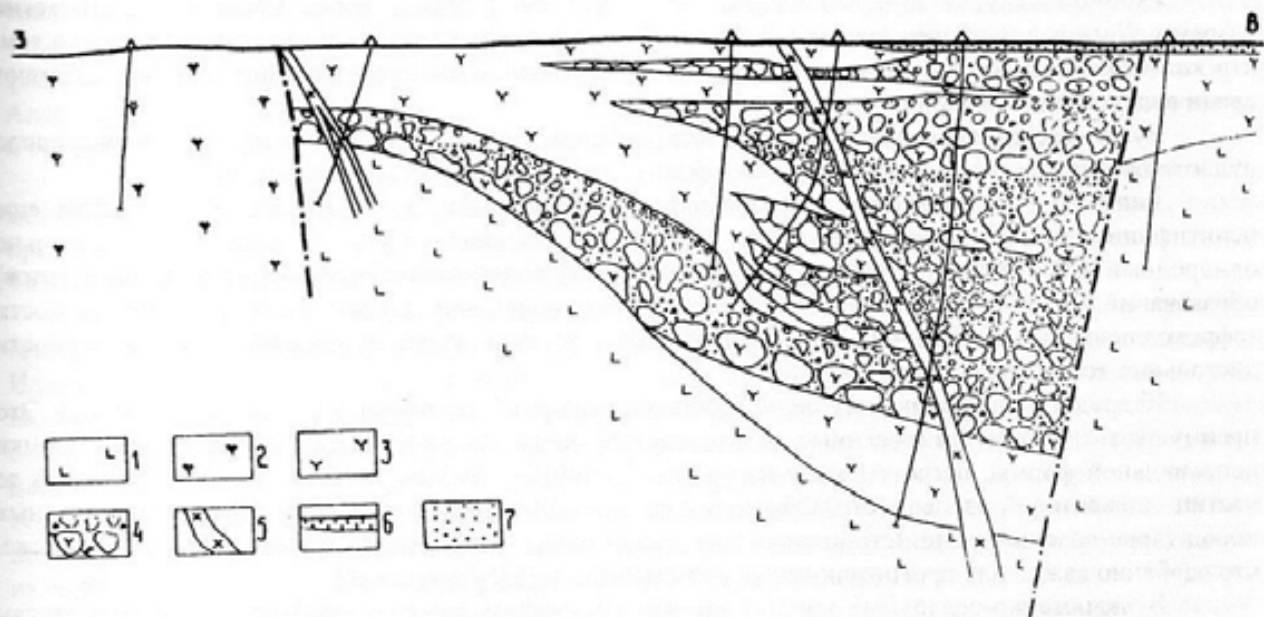


Рис. 4. Геологический разрез № 50 северо-восточной части Моканского рудного поля:

1 - вулканиты базальтового состава; 2 - экструзивы дацитов; 3 - лавы дацитов; 4 - тефроидные подводно-коллювиальные брекчии дацитов; 5 - дайки диоритов; 6 - кора выветривания; 7 - вкрапленность сульфидов и частичные метасоматические (серцит-хлорит-кварцевые) преобразования

Наиболее важное и необходимое условие эффективного прогнозирования - выявление рудоносных уровней (*четвертый этап*).

Основным методом крупномасштабного изучения геологических разрезов является фашиально-циклический анализ. Он разработан сотрудниками Геологического института АН СССР (Ю.А. Жемчужников и др.) применительно к осадочным толщам. Возможность использования его в вулканических областях обоснована Л.Н. Ботвинкиной [2]. Суть метода, как показывает само название, состоит в изучении фашиального состава отложений и выявлении повторяющихся в разрезе генетически связанных наборов пород (циклов).

Термины "фашия" и "цикл" трактуются неоднозначно. Многими исследователями термин "фашия" употребляется для обозначения физико-географической среды, в которой возникла та или иная порода (или их комплекс). Под циклом при этом понимается определенная последовательность в смене обстановок осадконакопления. В то же время нередко терминами "фашия" и "цикл" обозначают вещественный результат условий седиментации и их последовательную смену по вертикали. Такой подход принят в вулканологии (В.А. Коротеев, Ф.Ю. Левинсон-Лессинг, И.В. Лучицкий и др.), его придерживается и автор настоящей работы.

Элементарный эруптивный цикл, отвечающий единому одноактовому излиянию (извержению), характеризуется сменой снизу вверх следующих образований: брекчиевые и эвтакситовые лавы → однородные (компактные) лавы → лаво-гиалокластиты → вулканогенно-осадочные отложения [12]. Мощность элементарного цикла - 10-150 м. Разрез рудовмещающих кислых толщ состоит из 4-8 элементарных циклов (полных или неполных). Вещественный состав, текстурно-структурные особенности и мощности пород в элементарных циклах при неоднократном повторении изменяются, причем нередко скачкообразно. Это позволяет выделять циклы более высокого II порядка или мезоэруптивные. Они состоят из 2-5 элементарных циклов, и мощность их колеблется от 50 до 300 м. Кислые рудовмещающие толщи сложены обычно двумя мезоэруптивными циклами. Нижние мезоэруптивные циклы по сравнению с верхними характеризуются: а) преобладанием однородных лав над вулканокластическими и вулканосадочными отложениями; б) более основным (дациты, андезиты) петрохимическим составом и в соответствии с этим особенностями структур основной массы (пилотакситовой по сравнению с фельзитовой в верхних циклах), меньшим количеством (вплоть до отсутствия) и размерами вкрапленников кварца; в) менее интенсивной гематитизацией лав. Циклы более высокого III порядка (мегаэруптивные) — это толщи вулканитов разного петрохимического состава: основного и кислого. Число их колеблется на месторождениях от 2 (Октябрьское) до 5 (Сибайские); средняя мощность составляет несколько сотен метров, причем мощность циклов уменьшается, как правило, снизу вверх.

Рудоносные уровни и колчеданные руды занимают определенное место в геологических разрезах. *Первая* и наиболее важная для локального прогнозирования *закономерность* состоит в том, что колчеданные руды приурочены к верхним частям элементарных эруптивных циклов и залегают среди вулканогенно-осадочных пород.

Вулканогенно-осадочные породы межпароксизмальных периодов, в которые происходило рудоотложение, достаточно резко отличаются по генезису в до- и пострудное время.

Типичные подстилающие образования - это тефроиды, т. е. продукты разрушения еще нелитифицированных, преимущественно вулканокластических, пород. Состав их относительно однородный и соответствует составу подстилающих их вулканокластических (гиало-лавокластитов) образований. Среди них различаются несортированные или плохо сортированные разности тефроколлювиальные брекчии и сортированные обычно гравелито-песчанистой размерности дистальные тефротурбидиты.

Надрудные слои вулканогенно-осадочных пород резко отличаются по составу и текстуре. Это преимущественно несортированные полимиктовые подводно-коллювиальные брекчии. Обломки неправильной формы, остроугольные или слабоокатанные, различной размерности: от глыб до частиц алевритовой размерности. Обломки полимиктового состава лав; гидротермально-осадочных пород (ярко-красных железисто-кремнистых джасперитов, хлоритолитов); метасоматитов, а также, что особенно важно для прогнозирования, колчеданных руд (рудокластов).

Вулканогенно-осадочные породы тяготеют в каждом цикле к наиболее прогнутым частям рудовмещающих палеодепрессий. На флангах они могут отсутствовать. Более того, в разных участках набор пород элементарного эруптивного цикла не всегда проявляется полностью, что обусловлено незавершенностью вулканического процесса, денудацией отдельных его слоев и изменчивостью циклов по латерали. В таких случаях границы элементарных циклов, как

потенциально рудоносных, выделяются на основе тщательного анализа повторяемости в разрезе различных генетических типов пород. При выделении границ элементарных эруптивных циклов также крайне важно учитывать то обстоятельство, что каждый из них имеет свой автономный ореол гидротермально-метасоматических изменений [13]. При этом наиболее проработанные серицит-кварцевые метасоматиты, отражающие близрудный уровень, совпадают с его верхней частью, что указывает на проявление максимума гидротермальной деятельности в межпароксизмальные периоды вулканизма. То же относится и к степени проявления сульфидной прожилково-вкрапленной минерализации, формирующей подрудные рудоподводящие штокверки.

Вторая закономерность проявляется в том, что не каждый элементарный цикл сопровождается оруденением. Наиболее полно оруденение проявляется в верхних элементарных циклах каждого из выявленных мезоциклов. Особенно отчетливо это заметно на Узельгинском месторождении, где к верхам нижнего мезоцикла приурочена 4-я залежь, а верхний мезоцикл завершается 5-й колчеданной залежью. На Талганском месторождении рудные тела известны лишь в верхнем мезоцикле, а колчеданные залежи Чебачьего и Озерного месторождений приурочены к верхам нижнего мезоцикла. Верхние мезоциклы на Чебачьем и Озерном месторождениях редуцированы и являются безрудными [11]. В то же время известны примеры, когда каждый элементарный эруптивный цикл сопровождается оруденением, в частности на Ново-Сибайском месторождении [15].

Третья закономерность состоит в том, что рудные тела колчеданных месторождений залегают в толщах вулканитов кислого состава, завершающих мегаэруптивные циклы.

Пятый этап, требующий высокой квалификации исследователя, предполагает оценку потенциально рудоносных уровней на предмет перспективности обнаружения уже непосредственно самих колчеданных руд. Проблема весьма сложная и слабо изученная. При документации интервалов рудоносных уровней керна буровых скважин или горнопроходческих выработок исследователь каждый раз сталкивается с нестандартной ситуацией. Пока не установлены прямые достоверные признаки или их комплексы, гарантирующие обнаружение, при их наличии, промышленных залежей на том или ином потенциально рудоносном уровне. Но все же при исследованиях такого рода необходимо руководствоваться следующим комплексом косвенных, нередко неоднозначных, предпосылок обнаружения колчеданных руд. В их числе:

1. Первый, наиболее общий, признак состоит в том, что рудоносные горизонты, содержащие колчеданные залежи, отличаются от безрудных прежде всего полигенностью слагающих их вулканосадочных пород.

2. Наличие кластогенных руд. Они представлены несортированными рудными брекчиями типа коллювиальных с различным соотношением лито- и рудокластов; проксимальными турбидитами или дистальными турбидными слоистыми рудными песчаниками, характерными для флангов колчеданных залежей. При этом следует учитывать, что известны случаи, в частности, на Александрийском месторождении [17], когда первичные рудные тела могут полностью разрушаться и образовывать вторичные промышленные залежи переотложенных кластогенных руд.

3. Присутствие хлоритолитов или же ярко-красных железисто-кремнистых джасперитов. Они могут непосредственно подстилать рудные залежи или завершать элементарные эруптивные циклы, предшествующие рудоносным. В отношении джасперитов это наиболее отчетливо проявлено на Талганском, а хлоритолитов - на Узельгинском месторождениях.

4. Тщательному анализу должны подвергаться отложения вулканогенно-осадочных горизонтов, фиксирующих межпароксизмальные периоды, в которые происходит рудоотложение. Наличие в разрезе подрудных тефroidов и надрудного подводного коллювия или одного из них - весьма обнадеживающий признак для прогнозирования оруденения на уровне такого горизонта, особенно если в надрудном коллювии кроме рудокластов присутствуют обломки ярко-красных джасперитов. Обломки же хлоритолитов встречаются крайне редко, так как при перемещении они, вероятно, из-за мягкости материала истираются. Подстилающие вулканиты в той или иной мере должны соответствовать составу элементарных эруптивных циклов, в иных случаях перспективность их проблематична. Примером может служить участок "Западное оруденение" в 1,5 км от Сибайских месторождений, где пространственно ограниченная маломощная линза коллювиальных брекчий с рудокластами залегают в ложбине кровли экструзивного купола. Естественно, что разбуривание этого участка не дало положительных результатов.

5. Кроме литолого-фациального анализа вулканогенно-осадочных пород, важная информация может быть получена при геохимических исследованиях. Геохимический спектр вулканогенно-

осадочных горизонтов отражает состав локализованного в них оруденения. Детальные исследования в этом направлении проведены В.В. Масленниковым [4].

В качестве примеров выявления и оценки рудоносных уровней приведем следующие.

На Учалинском месторождении (рис. 5), по данным документации керна подземных скважин, пробуренных в плоскости гор. + 252 м, на контакте лавобрекчии базокварцевых дацитов и эвтакситовых лав отмечен новый потенциально рудоносный уровень, который доказывается следующим:

- резким появлением в вышележащих лавобрекчиях ксенолитов метасоматитов с вкрапленностью сульфидов;
- наличием в эвтакситовых лавах линзовидно-полосчатых обособлений сульфидов размером 0,5-1,5 см согласно флюидалности;
- в скважинах 2089 (гл. 610,0 – 610,4 м) и 2072 (гл. 77,2 – 81,0 м) встречены сфалерит-халькопирит-пиритовые тонкослоистые рудные песчаники (флюксотурбидиты), представляющие дистальное выклинивание размыва крупной рудной залежи;
- аналогичные руды в виде маломощного (до 1,0 м) горизонта закартированы в восточном борту карьера.

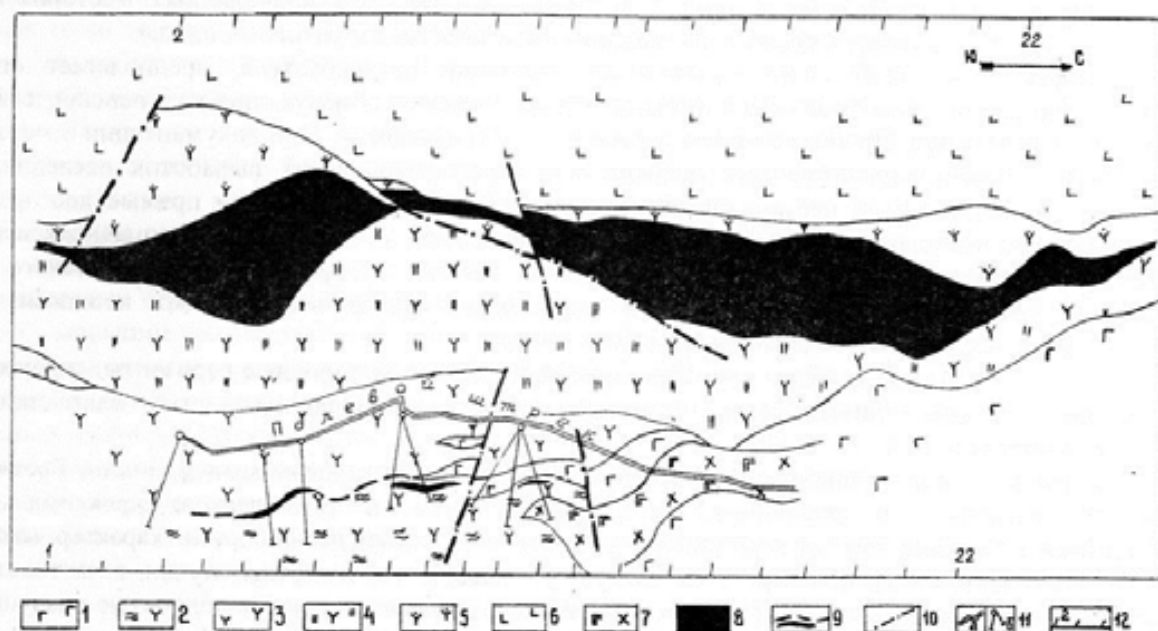


Рис. 5. Схематический план гор. +252 м Учалинского месторождения:

1 - базальты; 2 - эвтакситовые лавы базокварцевых мелкоплагиоклазовых дацитов; 3 - лавобрекчии тех же дацитов; 4 - серицит-хлорит-кварцевые метасоматиты по тем же дацитам; 5 - кварц-плагиоклазовые риодациты; 6 - базальты перекрывающей толщи; 7 - диориты; 8 - рудные тела; 9 - нижний рудоносный уровень; 10 - разрывные нарушения; 11 - горные выработки: а) полевой штрек, б) скважины подземного бурения; 12 - разведочные линии, их номер

Эти данные позволяет предположить наличие нового рудоносного уровня, отстоящего на 250 - 350 м ниже по стратиграфическому разрезу от основной колчеданной залежи, и положительно оценивать перспективы восточного фланга месторождения.

На Старо-Сибайском месторождении рудовмещающая кислая толща, по нашим данным [15], сложена вулканогенными породами пяти элементарных эруптивных циклов. Границы циклов отвечают потенциально рудоносным уровням. Колчеданные залежи верхних горизонтов отработаны карьером. Нижние горизонты были опоискованы единичными скважинами. При изучении керна этих скважин нами было обращено внимание на наличие хлоритолитов на нижнем рудоносном уровне (скв. К-389), что позволило положительно оценить перспективы обнаружения колчеданных руд на этом горизонте. Буровыми работами, проведенными в 90-х годах Башкирской ГРП АО "Уралцветметразведка", здесь разведана крупная колчеданная залежь "Нижняя".



В заключение отметим, что повышение научного обоснования локального прогнозирования и достоверности рекомендаций по оценке перспектив колчеданности изучаемых объектов требует дальнейших исследований, в первую очередь, по следующим, на наш взгляд, направлениям.

Чрезвычайно важны исследования по определению вектора поиска при обнаружении рудных песчаников и вулканосадочных пород, содержащих рудокласты (направления сноса при разрушении первичных колчеданных залежей).

Практически нет сведений о проявлении указанных поисковых признаков и предпосылок в геофизических полях и при геофизических исследованиях скважин.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранов Э.Н. Эндогенные геохимические ореолы колчеданных месторождений. М.:Наука, 1987. 295 с.
2. Ботвинкина Л.Н. Генетические типы отложений областей активного вулканизма // Труды ГИН АН СССР, вып. 263. М.: Наука, 1974. 318 с.
3. Волчков А.Г. Особенности крупномасштабного прогноза и поисков медноколчеданных месторождений в различных обстановках Урала // Методы локального прогноза месторождений цветных металлов: Труды ЦНИГРИ, 1986. С. 3-10.
4. Масленников В.В. Седиментогенез, гальмиролиз и экология колчеданосных палеогидротермальных полей (на примере Южного Урала): Научное издание. Миасс: Геотур, 1999. 348 с.
5. Методические рекомендации по поискам скрытых медноколчеданных месторождений на Урале / А.В. Пуркин, Е.М. Ананьева, Г.А. Вострокнутов и др. Свердловск: Изд-во УГТУ, 1979. 248 с.
6. Ново-Учалинское медно-цинковоколчеданное месторождение Южного Урала / Г.Н. Пшеничный, М.Я. Волькенштейн, Ю.С. Николайченков и др. Уфа: УНЦ РАН, 1998. 349 с.
7. Палеовулканические структуры колчеданных полей Урала / М.Б. Бородаевская, В.С. Требухин, Е.П. Ширай и др. // Геология рудных месторождений. 1984. № 4. С. 44-53.
8. Поиски меднорудных месторождений / М.Б. Бородаевская, Р.Н. Володин, А.И. Кривцов и др. М.: Недра, 1985. 219 с.
9. Прокин В.А. Закономерности размещения колчеданных месторождений на Южном Урале. М.: Недра, 1977. 176 с.
10. Пуркин А.В., Денисова Т.К. Геологические критерии прогнозирования и поисков на Урале скрытых стратиформных медноколчеданных месторождений, сформированных по продуктам выветривания базальтов. Свердловск: Уралгеология, 1987. 190 с.
11. Рудницкий В.Ф. Положение колчеданных залежей в разрезе вулканогенно-осадочных пород Узельгинского рудного поля (Южный Урал) // Геология рудных месторождений. 1983. № 1. С. 40-49.
12. Рудницкий В.Ф. Литолого-стратиграфический критерий поиска колчеданного оруденения уральского типа // Разведка и охрана недр. 1987. № 1. С. 31-34.
13. Рудницкий В.Ф. Гидротермально-метасоматические изменения пород колчеданных месторождений Узельгинского рудного поля (Южный Урал) // Известия АН СССР, серия геологическая. 1983. № 1. С. 101-111.
14. Рудницкий В.Ф. Палеовулканические структуры уральских колчеданных месторождений. Изв. УГГА. Вып. 13. Серия: Геология и геофизика, 2001. С. 122-131.
15. Рудницкий В.Ф. Положение колчеданных залежей Сибайского рудного поля (Южный Урал) в вулканических структурах // Советская геология. 1985. № 12. С.43-51.
16. Система геологических наблюдений при прогнозе и поисках месторождений колчеданных руд / М.Б. Бородаевская, А.Г. Волчков, Д.И. Горжевский и др. М.: ЦНИГРИ. 1992. 225 с.
17. Тесалина С.Г., Масленников В.В., Сурий Т.Н. Александрийское медно-цинково-колчеданное месторождение (Восточно-Магнитогорская палеоостровная дуга, Урал). Миасс: Имин УрО РАН, 1998. 228 с.