

ПАЛЕОВУЛКАНИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ УРАЛЬСКИХ КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Изучение структур рудных полей и месторождений дает важную информацию не только по выяснению условий рудообразования, но позволяет определять естественные границы оруденения и тем самым рационально проводить поисково-разведочные работы. Палеовулканические структуры уральских колчеданных месторождений изучались коллективами МГУ (Г.Ф. Яковлев, В.С. Шарфман и др.); ЦНИГРИ (М.Б. Бородаевская, А.И. Кривцов, А.Г. Волчков, В.С. Требухин, Е.П. Шираи и др.); Институтами геологии (П.Ф. Сопко, И.Б. Серавкин, В.М. Косарев и др.), Геологии и геохимии (Г.Ф. Червяковский, В.А. Прокин, Ю.С. Каретин и др.), Минералогии (В.В. Зайков, В.В. Масленников и др.) Уральского отделения РАН; УГГГА (А.П. Наседкин, Г.Н. Старцев, В.Ф. Рудницкий и др.), производственными геологическими организациями Урала (И.И. Зенков, Б.П. Козин, Ю.С. Емельянов, А.Д.Штейнберг и др.). Несмотря на многочисленные работы, расшифровка конкретных вулканических структур и выявление закономерностей размещения в них колчеданных руд все еще далеки от однозначной трактовки даже на одном и том же объекте. Это требует дальнейшего накопления фактического материала и его систематизации.

Методика реконструкций палеовулканических структур

Структура рудных объектов (месторождений, рудного поля) есть способ сочетания рудных обособлений (отдельных залежей или совокупностей) с окружающими их геологическими телами, соизмеримыми с масштабом. Геологические тела как элементы структуры образуются в результате магматических (например, дайки), вулканических (потоки), метаморфических (зоны рассланцевания), седиментационных (пласты), тектонических пликативных (складки) и дизъюнктивных (разрывы) процессов. По отношению к рудам они могут быть первичными (до- и внутрирудными) и вторичными (послерудными). Структурные элементы, контролирующие размещения колчеданного оруденения, представлены преимущественно вулканическими образованиями, остальные имеют подчиненную роль.

Элементарной структурной единицей является морфологическое проявление генетических типов вулканических образований (лавовые покровы, потоки, трубы); секущие экструзивные тела, слои вулканокластических и осадочных пород разного генезиса и т.д. Генетические типы вулканитов колчеданных месторождений приведены в табл. 1. Совокупности генетических типов представляют собой структурные элементы более высоких порядков.

Таблица 1

Генетические типы вулканогенных пород южноуральских колчеданных месторождений

Группа	Класс	Тип
Экструзивно-субвулканическая	Субвулканический	-
	Экструзивный	
Эффузивная	Лавовый	Компактные лавы
		Подушечные лавы
		Трубчатые лавы
	Лавобрекчиевые	Эвтакситовые лавы
		Брекчиевые лавы
		Ксенокластолавы
Вулканическая	Лавокластический	Лавокластиты
		Гиалокластиты
	Пирокластический	Эксплозивных выбросов
		Игнимбритовидных потоков
Вулканоосадочная	Гидрогенно-осадочный	Эксталяционно-осадочные отложения
	Тефроидный	Тефрогенный коллювий
		Тефроидные турбидиты
	Вулкано-терригенный	Подводный коллювий
		Турбидиты
		Хроногенно-осадочные ритмиты

Выделение структурных элементов требует их объемного отображения. Основой для структурных построений являются геологические карты и разрезы. Составляются палеофациальные карты (схемы) поверхности палеорельефа для отдельных этапов (фаз) вулканизма. Однако в силу сложности достоверного прослеживания стратиграфических границ в вулканогенных толщах при крупномасштабных исследованиях такая работа не всегда возможна. При структурном анализе более важно и вместе с тем более доступно, составление пресс-карт определенного этапа (фазы) вулканизма, где обозначаются объемы распространения того или иного генетического типа вулканитов в разрезе анализируемой толщи. Вспомогательную роль при этом играют специализируемые карты распределения какого-либо весомого диагностического признака. В частности, нами составлялись карты распределения значений коэффициента обломочности вулканогенных образований. Коэффициент определяется отношением объема обломочных (вулканокластических и вулканосадочных) пород в разрезе к однородным (экструзивно-субвулканическим, эффузивным). Картирование этого признака позволяет использовать обширный материал предыдущих исследователей производственных организаций, где не всегда проводится детальная генетическая диагностика пород.

Ценные сведения получают при составлении площадных структурных схем с отображением результатов геометризации мощностей и поверхностей толщ, отражающих условия залегания и морфологические особенности вулканогенных образований. В этих случаях существенную помощь оказывает анализ геофизических полей.

На основе этих данных производится типизация участков анализируемых площадей и по характерным однотипным признакам выделяются вулканические структуры, которые оконтуриваются на палеовулканических картах. Здесь же отображаются проявления рудной минерализации и анализируется их отношение со структурными элементами.

Степень достоверности палеовулканических структурных построений зависит от деформированности месторождений и рудных полей. Безусловно, она ниже на интенсивно деформированных рудных объектах, каковыми, в частности, являются среднеуральские колчеданные месторождения. Результаты наших исследований основаны на изучении слабдеформированных Сибайском, Узельгинском и Учалинском колчеданосных полях Южного Урала.

Палеовулканические структуры колчеданных месторождений

Основная часть уральских колчеданных месторождений связана с энсиматическими островодужными базальт-риолитовой и базальт-андезит-дацит-риолитовой формациями эйфельживетского возраста.

Геологический разрез колчеданных формаций, согласно В.А. Прокину, сложен: а) подстилающей толщей вулканитов основного состава; б) рудовмещающей толщей вулканитов кислого состава мощностью до 1.5 км (обычно 300-700 м); в) перекрывающими вулканогенно-осадочными и осадочными породами. В пределах рудовмещающей кислой толщи колчеданные тела залегают в подошве, кровле и внутри ее. Обычно месторождения имеют многоярусное строение (Узельгинское, Сибайское, Октябрьское), хотя нередко представлены колчеданными залежами, приуроченными к одному рудоносному уровню (Талганское, Чебачье).

Подстилающие базальтовые толщи залегают на больших глубинах и выходят к поверхности фрагментарно. В сравнении с рудовмещающими они, естественно, разбурены значительно в меньшей мере. Это затрудняет достоверную диагностику структур базальтового основания. О них судят в основном по данным геометризации кровли базальтовых толщ, причем нередко полученных при анализе геофизических полей. Результаты таких исследований недостаточно убедительны и неоднозначны. М.Б. Бородаевская с соавторами [4] указывают на приуроченность колчеданных месторождений грядам базальтового основания. В.В. Масленников [3] реконструирует колчеданосные рифтоподобные долины, образованные локальными зонами раздвига в островодужных системах. На наш взгляд, вслед за мнением Г.Ф. Яковлева, П.Ф. Сопко, И.Б. Серавкина, В.С. Шарфмана и др., структурами базальтового основания, контролирующими размещение колчеданосных рудных полей, являются вулкано-тектонические депрессии. Однако обоснование их генетического типа (кальдерные периферические или вершинные, межвулканические и т.п.) крайне затруднительно. Вполне возможно, что они относятся и к типу рифтоподобных долин, как это предполагает В.В. Масленников. Вулканические поднятия (гряды), которые картируются, в частности, в Узельгинском рудном поле, относятся к числу вторичных образований. Об этом свидетельствует: а) наличие в их кровле вулканогенно-осадочных пород, которые по составу

коррелируются с горизонтами аналогичных отложений в краевых пониженных участках депрессий; б) ограничение гряд крупными тектоническими нарушениями с амплитудой в сотни метров. Эти сводовые поднятия, вероятнее всего, отражают эволюцию развития вулкано-тектонических депрессий. Известно, что возобновление вулканической деятельности (в нашем случае -- более позднего кислого вулканизма) нередко сопровождается сводовым поднятием дна депрессий. Депрессии, в которых происходит подобное горстовое поднятие, названы Смитом и Бейли возрожденными [2]. Узельгинское рудное поле, вероятно, и расположено в такой возрожденной вулкано-тектонической депрессии (рис. 1).

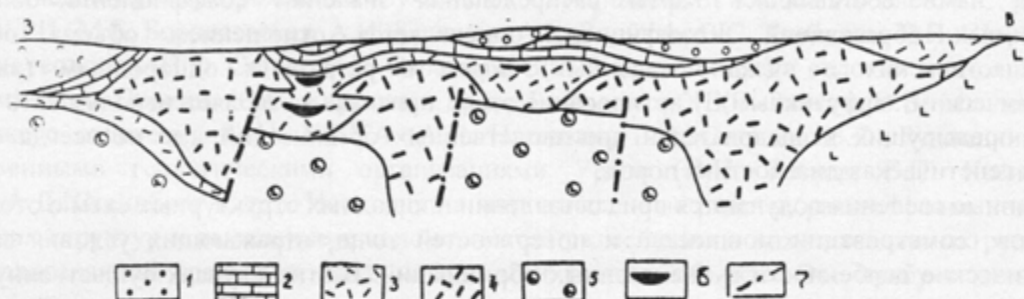


Рис. 1. Геолого-структурный разрез № 35 через Узельгинское рудное поле:

1 – терригенно-осадочные отложения; 2 – известняки; 3 – стратифицированные вулканы кислого состава; 4 – экструзивы кислого состава; 5 – вулканы базальтового основания; 6 – колчеданные руды; 7 – тектонические нарушения

Центры кислого вулканизма тяготеют к вулкано-тектоническим депрессиям базальтового основания, выполняя их своим материалом, а иногда перекомпенсируя с образованием биклиналей [1,4]. В зависимости от интенсивности прогибания депрессий и аккумуляции в них материала, толщи кислых вулкаников занимают различные объемы: от маломощных (десятки, первые сотни метров), локальных (кустовых) до обширных, имеющих, как правило, значительную (до 1.0-1.5 км) мощность и площадь распространения.

Основными структурными элементами кислых толщ являются: а) экструзивные купола; б) вулканические покровы; в) депрессии разного генезиса (табл. 2, рис. 2). В целом структурные формы кислого вулканизма, в отличие от основного, характеризуются: а) более локальными размерами, вероятно, в силу меньшей подвижности расплава; б) большей контрастностью генетических типов вулканогенных образований, опять же из-за особенностей расплава, а также повышенной сейсмической активности и более расчлененного палеорельефа. Они лучше изучены, так как близко расположены к поверхности и более доступны наблюдению и, кроме того, содержат основную часть колчеданных руд, что обуславливает их большую разбуренность и вскрытие подземными выработками и карьерами.

Экструзивные купола сложены однородными риолитами, риолито-дацитами, дацитами, реже андезит-дацитами. По размерам и отчасти форме можно выделить два типа экструзивов: а) типичные тела куполовидной формы с размерами в плане от сотен метров до первых километров (Узельгинское рудное поле); б) мелкие, размером обычно в десятки метров, тела часто грибовидной формы с несколькими магмоподводящими “ножками” (Маканское рудное поле), которые сопоставимы с белонитами (рис. 3).

Кровля экструзивных куполов имеет неровную поверхность. Здесь выделяются небольшие выступы и впадины. Впадины заполнены вулканокластическим и вулканогенно-осадочным материалом. С другой стороны, внутреннее строение куполов также не всегда однородно. Нередко в них выделяются тела, сложенные породами, несколько различающимися количеством и размерами вкрапленников, нюансами петрохимического состава. Учитывая сложную конфигурацию куполов и относительную неоднородность внутреннего строения, можно предположить, что они состоят из соответствующих структур более мелкого порядка и формируются в результате многоактовых экструзий.

От экструзивных куполов отходят мощные (до нескольких сотен метров) лавовые “языки” (отроги) длиной до нескольких километров. Экструзивные купола, соприкасаясь между собой или же соединяясь через отроги, могут образовывать гряды.

Характерные признаки вулканических структур кислых колчеданоносных толщ

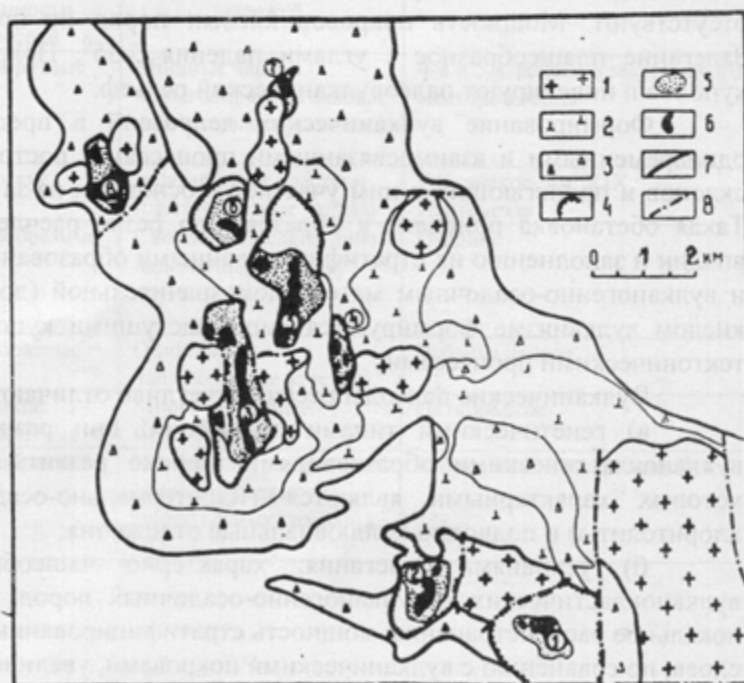
Признаки	Структуры		
	положительные	равнинные	отрицательные
	экструзивные купола и их разновидности (белониты, гряды)	вулканические покровы	депрессии (межкуповые, склоновые и прочие)
Фациальный состав	Однородные породы, $K_0 = 0$	Лавовые вулканокластические, реже вулканогенно-осадочные породы, $K_0 = 30-60\%$	Лавовые, вулканокластические и вулканогенно-осадочные породы, $K_0 \geq 60\%$
Элементарные структурные формы	Купола, мощные, короткие потоки ("языки")	Выдержанные по мощности и простираению потоки, слои	Невыдержанные по мощности и простираению слои, потоки
Форма и условия залегания	Грибовидная, каравая-образная с призматичной отдельностью в апикальных частях и мантией купольных брекчий по периферии, нередко блоковые перемещения	Равнинное залегание перемежающихся, обычно выдержанных по мощности лавовых потоков и горизонтов вулканокластических образований, без интенсивных тектонических перемещений	Чашеобразное залегание стратифицированных отложений, часто невыдержанных по мощности, характерна цикличность в накоплении, обычны блоковые просадки
Размеры, км	по латерали	$n \times 0.1 - n \times 1$	$n \times 1 - n \times 10$
	по вертикали	До 1.5 в центре	$n \times 0.1$
			$n \times 0.1 - n \times 1$
Метаморфические изменения	В апикальных частях гематитизация, во внутренних -- эпидотизация	Лавовые потоки, как правило, гематитизированы, обломочные образования -- эпидотизированы	Характерны серицит-хлорит-кварцевые изменения и пиритизация
Сульфидная минерализация	Отсутствует или слабая в вулканических отложениях, выполняющих ложбины в кровле куполов	Отсутствует или слабая в локальных впадинах	Колчеданные руды, сульфидная вкрапленность и прожилки

Примечание: K_0 – коэффициент обломочности, отношение обломочных пород к общему (в %); значения "n" колеблются обычно от 3 до 5.

Рис. 2. Вулканические структуры рудовмещающей кислой толщи Узельгинского рудного поля:

1 – экструзивные купол; 2 – лавовые отроги от них; 3 – вулканические покровы; 4 – границы рудовмещающих депрессий; 5 – кварц-хлорит-серицитовые метасоматиты с вкрапленностью и прожилками сульфидов (палеогидротермальные поля); 6 – проекции колчеданных залежей; 7 – границы вулканотектонической депрессии базальтового основания; 8 – синвулканические разломы

Цифрами обозначены месторождения: 1 – Молодежное, 2 – Чебачье, 3 – Узельгинское, 4 – Талганское, 5 – им. XIX Партсъезда, 6 – Новое, 7 – Озерное, 8 – Западно-озерное



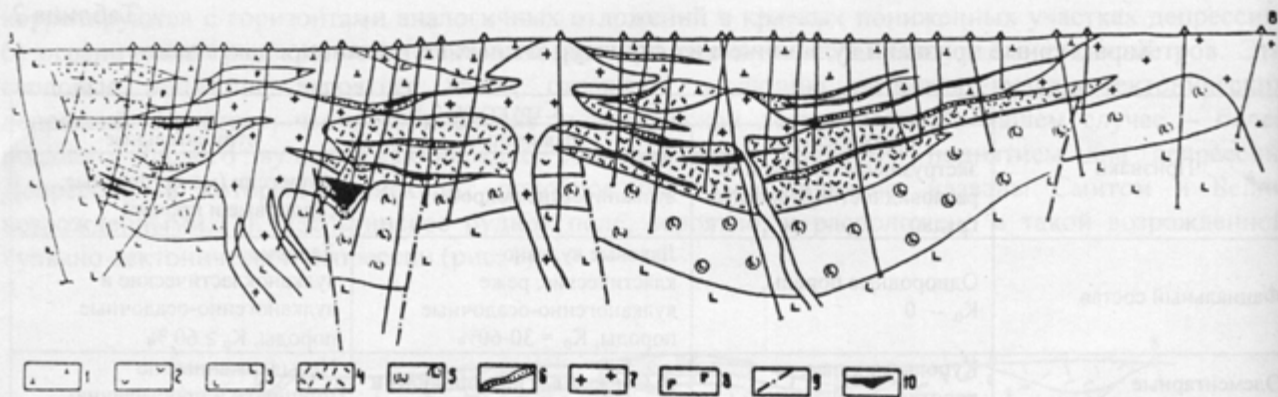


Рис. 3. Геолого-структурный разрез Маканского рудного поля по профилю 68:

1 – однородные лавы риолито-дацитов; 2 – однородные лавы андезито-дацитов; 3 – однородные лавы базальтов; 4 – вулканокластические породы кислого состава; 5 – вулканокластические породы основного состава; 6 – прослойки вулканогенно-осадочных пород; 7 – экструзивные породы кислого состава (“белониты”); 8 – габбро-диориты; 9 – тектонические нарушения; 10 – колчеданные залежи

Экструзивные купола, вероятно, относятся к типу выжатых куполов, прорываемых находящейся в них более жидкой лавой, образующей при прорыве потоки на поверхности. Корневые части представлены дайками массивных кислых пород. Лишь в одном случае, в северо-восточной части Узельгинского экструзивного купола, несколькими скважинами подсечены агломератовые брекчии, образующие столбообразный неkk диаметром 150 м. Брекчии интенсивно изменены. Основным вторичным минералом здесь являются кварц и пиррофиллит, в качестве вторичного материала присутствует вкрапленность флюорита. Это единственный известный нам случай, свидетельствующий об эксплозивном (взрывном) характере подачи вулканического материала в пределах экструзивных куполов.

Вулканические покровы образуются на пологих склонах экструзивных куполов и на равнинных участках, прилегающих к ним. Накопление пород происходит в спокойной сеймотектонической обстановке и обусловлено растеканием лавы с растущих куполов, реже трещинных излияний. Стекающая лава и вулканокластические образования образуют перемежающиеся между собой выдержанные по мощности и простирающие слои. Такие покровы и слои кислых вулканитов, постепенно выклиниваясь, прослеживаются на расстоянии до 3 км от куполов. Горизонты вулканогенно-осадочных пород встречаются редко, они маломощные, хотя и выдержаны по латерали. Представлены дистальными турбидитами и хроногенно-осадочными песчано-аргиллитовыми ритмитами. Подводный коллювий и эксгальционно-осадочные породы отсутствуют. Мощность покровов кислых пород не превышает обычно первые сотни метров. Залегание плащеобразное с углами падения 5-35°. Покровные толщи как бы облекают склоны куполов и нивелируют палеовулканический рельеф.

Формирование вулканических депрессий в пределах кислых толщ обусловлено двумя одновременными и взаимосвязанными процессами: ростом экструзивных куполов и просадкой их склонов и прилегающих к ним участков в основном из-за оттока расплавленного вещества из недр. Такая обстановка приводит к образованию резко расчлененного рельефа, образованию глубоких впадин и заполнению их стратифицированными образованиями: потоками лав, вулканокластическим и вулканогенно-осадочным материалом значительной (до 1000 м) мощности. Реже депрессии при кислом вулканизме формируются лишь растущими куполами или же только в связи с вулканотектоническими процессами.

Вулканические палеодепрессии отчетливо отличаются от других структурных элементов:

а) генетическими типами отложений: они разнообразны, -- наряду с эффузивными и вулканокластическими образованиями широко развиты вулканогенно-осадочные породы, среди которых характерными являются гидротермально-осадочные (железисто-кремнистые породы, хлоритолиты) и подводно-коллювиальные отложения;

б) условиями залегания: характерно чашеобразное залегание потоков лав, слоев вулканокластических и вулканогенно-осадочных пород; они имеют невыдержанную мощность и локальное распространение, мощность стратифицированных отложений как в целом, так и отдельных слоев, по сравнению с вулканическими покровами, увеличена.

Большую роль в строении палеодепрессий играют синвулканические разломы, амплитуда которых, судя по несоответствию слоев, достигает первых сотен метров. Особенно интенсивно они проявлены в пограничной зоне палеодепрессий и куполов. По этим разломам происходили блоковые перемещения в системе купол - депрессия. Серия эшелонированных сбросов приводит к ступенчатому погружению центральных частей впадин.

Дно палеодепрессий этого порядка не было ровным, судя по мощностям отложений. Здесь выделяются локальные впадины между лавовыми потоками, тектоно-вулканические просядки, которые представляют структуры более мелкого порядка. Депрессии, как правило, являются долгоживущими, формирующимися на одном месте в течение всего периода кислого вулканизма. Конечно, отложения каждой фазы вулканизма приводят к изменению конфигурации депрессии и палеорельефа ее дна, причем наиболее прогнутые части при этом перемещаются.

Особенности строения рудоконтролирующих депрессий и размещения в них колчеданного оруденения

Вулкано-тектонические депрессии базальтового основания, выполненные впоследствии кислыми вулканиками, вмещают в целом колчеданосные рудные поля. Размещение отдельных месторождений в их пределах определяется во многом интенсивностью их прогибания и выполнения продуктами кислого вулканизма. В зависимости от этого колчеданные месторождения локализуются:

а) со слабо проявленной интенсивностью формирования вулкано-тектонических депрессий и выполнения их кислым вулканическим материалом - в мульдобразных тектоно-вулканических просядках и впадинах базальтового основания (Юбилейное рудное поле);

б) в случае относительно маломощного (первые сотни метров) заполнения их кислыми вулканогенными образованиями, где формируются мелкие экструзивные тела (белониты), - в мелких чашеобразных депрессиях их склонов и между ними (Октябрьское рудное поле);

в) с мощным накоплением кислого вулканического материала -- в депрессиях на склонах и между экструзивными куполами (Узельгинское рудное поле).

В последнем случае морфология депрессий, характер контактов, а также во многом фациальный состав выполняющих их отложений зависят от позиции по отношению к экструзивным куполам и степени интенсивности прогибания и режима (пассивного или активного) аккумуляции (табл. 3, рис. 4).

Таблица 3

Морфогенетические типы наиболее распространенных колчеданосных депрессий Урала

Генетический тип депрессий	Режим прогибания и аккумуляции	Морфологические особенности депрессий	Типы колчеданных залежей	Примеры месторождений
Межкупольные (между экструзивными куполами)	Активный	Трогообразные	Мощные чаше и корытообразные залежи на нескольких уровнях	4-я и 5-я залежи Узельгинского месторождения
	Пассивный	Плоские	маломощные пласты и пластообразные залежи	Талганское, им. XIX Партсъезда
Склоновые (на склонах экструзивных куполов)	Активный	Воронкообразные	Скопление мелких линз, наложенных друг на друга	Озерное
	Пассивный	Чашеобразные	Одиночные чашеобразные залежи	Чебачье, Новое
Между белонитами	Пассивный	Мелкие чашеобразные	Многочисленные мелкие линзы	Октябрьское
Тектоно-вулканические просядки и впадины базальтового основания		Мульдобразные	Чаше и пластообразные залежи нередко значительных размеров	Юбилейное, Ташкульское

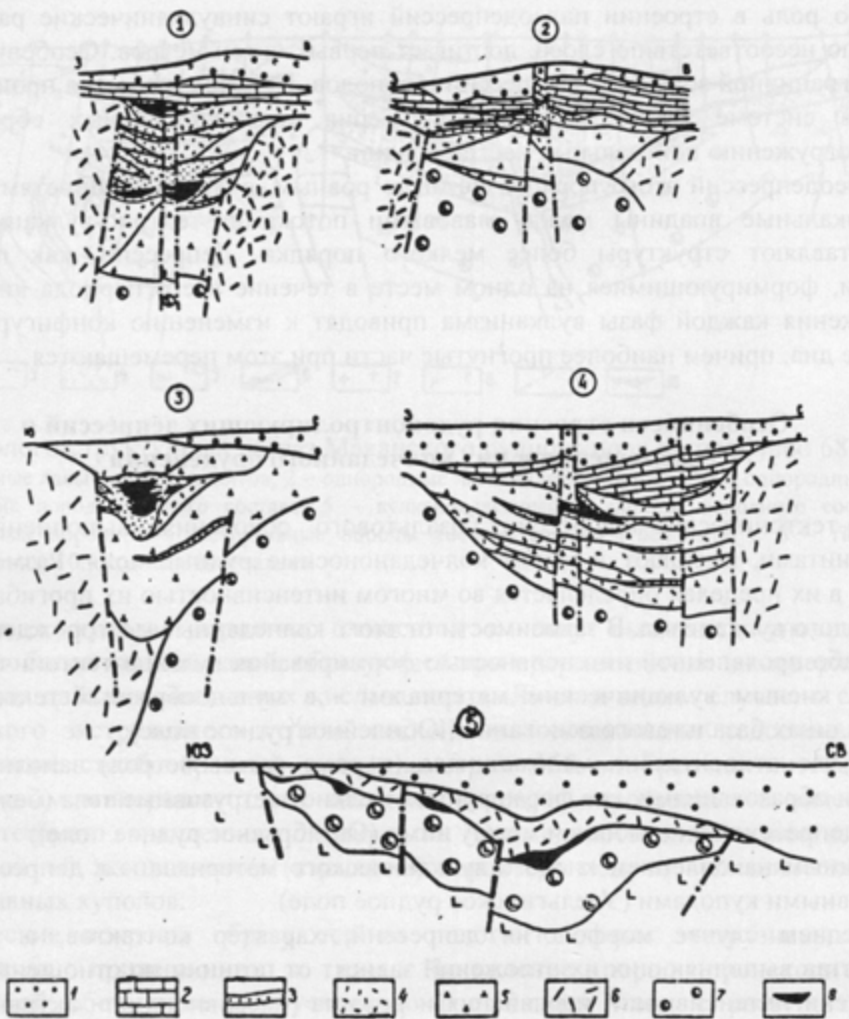


Рис. 4. Схематические геолого-структурные разрезы палеовулканических депрессий, вмещающих колчеданные месторождения Узельгинского рудного поля:

1,2 – породы перекрывающих толщ: 1 – вулканогенно-осадочные отложения, 2 – известняки; 3-6 – рудовмещающие породы кислого состава: 3 – горизонты вулканогенно-осадочных отложений, 4 – вулканокластические образования, 5 – эффузивы, 6 – экструзивные тела; 7 – подстилающие вулканокластические образования основного состава; 8 – колчеданные залежи.

Цифрами обозначены месторождения: 1 – Узельгинское, 2 – Талганское, 3 – Озерное, 4 – Молодежное 5 – Юбилейное

Депрессия с активным режимом аккумуляции, кроме морфологических особенностей, характеризуется значительной (до 1 км) мощностью разреза. В силу интенсивного роста экструзивных куполов и одновременного резкого опускания дна депрессии, расположенных на их склонах или между ними, в граничащих зонах образуются крупноамплитудные перемещения. Значительный перепад высот способствует большому дроблению стекающих с куполов лав с образованием гиало-лавокластитов, а обрушения и оползни – формированию характерных для депрессий этого типа коллювиальных брекчий. В депрессиях с пассивным режимом аккумуляции и прогибанием мощность разреза меньше (сотни метров). Здесь нередки постепенные фациальные переходы с экструзивными куполами или же приклонение к ним стратифицированных вулканогенных образований, выполняющих депрессии. Типичными являются эвтакситовые, брекчиевые лавы в связи с меньшей степенью дезинтеграции при растекании расплава. Прослои осадочных отложений обычно маломощны и представлены дистальными турбидитами и хроногенно-осадочными ритмитами.

Колчеданные залежи в пределах месторождений контролируются наиболее прогнутыми (на период рудоотложения) участками, а также приурочиваются к локальным впадинам, образующимся отдельными лавовыми потоками или сейсмоструктурными просадками.

Морфология залежей, их количество, а во многом и запасы колчеданных руд определяются позицией и морфологией рудоконтролирующих депрессий.

Наибольшие концентрации колчеданных руд связаны с относительно крупными по латерали (до 3-5 км) и мощности (до 1 км) трогообразными депрессиями, расположенными между экструзивными куполами. Мощные чаше-воронкообразные залежи расположены нередко на нескольких уровнях, но число их на месторождениях относительно невелико (2-3 крупных и несколько мелких рудных тел). Типичным примером является Узельгинское месторождение. Одиночные крупные залежи чашеобразной формы с сопровождающими их несколькими мелкими телами известны в мульдообразных депрессиях, формирующихся на завершающих этапах базальтового вулканизма (Юбилейное, Ташкулинское месторождения). То же характерно для месторождений, залегающих в чашеобразных депрессиях на склонах экструзивных куполов (Чебачье, Новое месторождения). Скопления мелких или средних по размерам линз, наложенных друг на друга, характерны для воронкообразных впадин на склонах экструзивных куполов (Озерное месторождение). Мощные пласты руд в плоских депрессиях, формирующихся, как правило, на заключительных этапах кислого вулканизма, когда происходит общее затухание вулканизма и нивелирование рельефа, характерны для месторождений с незначительными или средними запасами руд (Талганское, им. XIX партсъезда месторождения). Мелкие, но многочисленные линзы, число которых исчисляется десятками, локализуются в относительно небольших депрессиях, расположенных между белонитами (Октябрьское месторождение).

Таким образом, контроль оруденения на разных уровнях, начиная от рудных полей и заканчивая отдельными телами, определяется отрицательными вулканическими структурами – депрессиями разного порядка и генезиса. Положительные структуры и вулканические покровы не относятся к числу потенциально рудоносных.

Необходимым условием колчеданности палеодепрессий является выполнение их значительным объемом вулканогенного материала, т.е. они должны быть аккумулятивными, хотя режим аккумуляции при этом может быть, как уже отмечалось, различным. Слабо прогнутые локальные понижения и впадины среди вулканических покровов и экструзивных куполов, в которых вулканогенный материал накапливается в небольшом количестве, не несут колчеданное оруденение в промышленных масштабах. Депрессии, вмещающие колчеданное месторождение, обычно имеют мощность выполняющих пород не менее первых сотен метров, а размеры в плане – первые километры. Масштабы кальдерных палеодепрессий, вмещающие рудные поля, соответственно больше: размеры в плане достигают десятков километров, мощность выполняющих вулканогенных толщ – до 1.5 км.

Приведенные типизация и закономерности отражают, на наш взгляд, наиболее распространенные ситуации, характерные для палеовулканических структур, контролирующих размещение уральских колчеданных месторождений.

Признаки колчеданности палеовулканических депрессий

Не все палеодепрессионные структуры содержат оруденение. Проблема различия “рудных” и “безрудных” палеовулканических депрессий является одной из наиболее актуальных на современном этапе поиска колчеданных руд. Решение ее требует выявления комплекса признаков.

Установленные особенности геологического строения рудовмещающих депрессий показывают, что необходимыми предпосылками их колчеданности являются следующие:

1. Субмаринная обстановка образования [5]. Ее роль в рудообразовании двоякая: а) в отличие от пирокластических выбросов в континентальных условиях, она способствует экструзивно-эффузивному типу вулканической деятельности и препятствует рассеиванию вулканического материала и энергии; б) захороненные морские воды участвуют в качестве составной части при формировании гидротермальных растворов. Субмаринная обстановка вулканизма достаточно отчетливо определяется по наличию в геологических разрезах характерных для подводных условий вулканических образований (подушечных лав, подводного коллювия) и остатков морской фауны.

2. Колчеданносные депрессии выполняются автохтонным газонасыщенным и раскаленным (на период рудообразования) вулканокластическим материалом, образованным преимущественно при дезинтеграции лавовых потоков. Способность лавового расплава к диспергированию во многом

определяется, как известно, субмаринной обстановкой. На месторождениях данные образования представлены этакситовыми лавами, гиало-лавокластитами, шлаковыми брекчиями, игнимбритоподобными породами и др. Соотношение обломочных и компактных разностей в рудовмещающих разрезах различно, но, как правило, не менее I. Депрессии, выполненные остывшим литокластическим материалом (вулканомиктовым и туфогенным), не содержат колчеданного оруденения рассматриваемого типа. Характерным примером является отсутствие колчеданных руд в наложенных депрессиях, выполненных вулканомиктовыми отложениями. Дегазация вулканического материала и выделяющееся тепло остывших обломков способствуют разогреву и химической агрессивности захороненных вод, которые, наряду с поступающими эндогенными флюидами, участвуют в формировании гидротермальной рудообразующей системы [6].

3. Под колчеданоносными депрессиями на глубинах обычно свыше 1 км характерно присутствие гипабиссальных интрузий плагиогранитов и габбро-диоритов. Наличие их обнаруживается по ксенолитам интрузивных пород в вулканогенных образованиях (ксенокластолавы), заполняющих депрессии. Отдельными скважинами тела плагиогранитов и габбро-диоритов подсечены на Октябрьском, Подольском и других месторождениях. Гипабиссальные интрузии, комагматичные рудовмещающим толщам, представляют собой прежде всего дополнительный источник тепловой энергии при рудообразующих процессах.

4. Рудовмещающие депрессии являются аккумулятивными, т.е. вулканический материал в них накапливается в значительных объемах. Режим аккумуляции (пассивный или активный) в различных обстановках отличается и обусловлен: а) разной интенсивностью прогибания в связи с неравномерным оттоком расплава из недр; б) ростом положительных форм, в частности экстрезивных куполов, дающих заполняющий депрессии материал; в) одновременным действием этих разнонаправленных процессов. В зависимости от указанных обстановок, положения депрессий по отношению к экстрезивным куполам и другим вулканическим формам, образуются различные их морфогенетические типы, которые во многом влияют на облик колчеданных залежей. Депрессии с активным режимом аккумуляции, кроме морфологических особенностей, характеризуются значительной (до 1 км) мощностью разреза; системой крупноамплитудных сбросов по контактам с экстрезивными куполами: преобладанием гиало-лавокластических разностей вулканокластических пород; частым присутствием линз подводно-коллювиальных брекчий. В разрезах с пассивным режимом аккумуляции мощность разреза меньше (сотни метров); часты постепенные фациальные переходы с экстрезивными телами; типичны этакситовые, брекчиевые лавы; прослои осадочных отложений маломощны и представлены обычно дистальными турбидитами. В зависимости от уровня наполнения, депрессионные рудоконтролирующие структуры, по данным А.И. Кривцова [1], подразделяются на компенсированные, некомпенсированные и перекомпенсированные.

5. Важное значение имеет динамика поступления вулканогенного материала, а именно его дискретность. Оптимальным является чередование активной вулканической деятельности и периодов затухания. Колчеданное рудоотложение происходит в межпароксизмальные периоды, которые по времени должны быть достаточными для накопления руд. Непрерывное поступление вулканического материала подавляет рудоотложение и приводит к образованию непромышленной сульфидной минерализации. Такие депрессии, вмещающие рудопроявления, распространены к югу от Сибайских месторождений, на северо-востоке Маканского рудного поля и других рудных полях.

Дискретность вулканизма как необходимое условие рудоотложения проявляется в циклическом строении разреза и присутствии повторяющихся пачек вулканогенно-осадочных пород.

6. На процесс рудоотложения значительное влияние оказывает динамика водной среды в донных частях палеодепрессий. Генетические типы вулканогенно-осадочных отложений указывают на хроногенные (спокойные) и инъективные (подвижные) режимы водной среды. Подвижные гидродинамические режимы обусловлены обрушением и оползанием рыхлых или сцементированных масс вулканического материала возвышенностей и склонов в пониженные участки под действием гравитационных сил, а также катастрофических перемещений воды, типа цунами, сейсмических толчков, эксплозий и т.д. Отложения этих процессов выделяются как подводно-коллювиальные [5] или как эдафогенные брекчии [3].

Обвалы и оползни приводят в движение окружающие массы воды, которые, захватывая обломочный материал, перемещают его во взвешенном состоянии в виде автокинетических (турбидитных) потоков. Автокинетические потоки возникают, кроме того, на фронте движущегося лавового потока. Образующийся при дезинтеграции лав вулканокластический материал является в этом случае основным наполнителем потоков. Отложения этого типа получили название тефротурбидитов.

На существование спокойных обстановок водной среды в колчеданосных депрессиях указывает наличие в разрезах песчано-алевритовых и песчано-кремнистых ритмов с тонкой горизонтальной слоистостью. Кроме того, в этих условиях формируются гидротермально-осадочные породы, среди которых выделяются однородные ярко-красные железисто-кремнистые и хлоритолиты. На гидротермально-осадочный генезис их указывает: а) однородный (железо-кремнистый или "хлоритовый") тонкодисперсный состав; б) пласто-чашеобразная форма и конформное с напластованием залегание; в) пространственная связь с ореолами гидротермально-метасоматических изменений и наличие в подошве прожилков того же состава.

В заключение отметим, что выше отмечены лишь основные палеовулканические предпосылки колчеданосности депрессий в пределах островодужных вулканических формаций натрового ряда в условиях Урала. Проявления их реальны, их можно распознавать, картировать и использовать в практике геологоразведочных работ. Безусловно, что колчеданосность палеодепрессий определяется и рядом других факторов, связанных с вулканизмом: тектоническими (степенью проницаемости, определяемой интенсивностью синвулканических разрывов, зонами выводных каналов и т.д.), физико-химическими (составом эндогенных флюидов, особенностями поступающего лавового расплава и т.д.) и другими. Выявление всего комплекса геологических и физико-химических условий требует дальнейших исследований в этой области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Кривцов А.И.** Палеовулканизм эвгеосинклинальных зон Урала и колчеданообразование. – М.: Недра, 1979. – 168 с.
2. **Макдональд Г.** Вулканы. – М.: Мир, 1975. – 431 с.
3. **Маслеников В.В.** Седиментогенез, гальмиролиз и экология колчеданосных палеогидротермальных полей (на примере Южного Урала). – Миасс: Геотур, 1999. – 348 с.
4. **Палеовулканические структуры колчеданных полей Урала** / М.Б. Бородаевская, В.С. Требухин, Е.П. Ширай и др // Геология рудных месторождений. – 1984. - № 4 – С. 44-53.
5. **Рудницкий В.Ф.** Палеогеографические образования южноуральских колчеданных месторождений // Литология и полезные ископаемые. – 1988. – № 2 – С. 109-121.
6. **Рудницкий В.Ф.** Квазиэлизионная модель формирования колчеданных месторождений уральского типа // Известия Уральской государственной горно-геологической академии. Сер.: Геология и геофизика. – 1998. – Вып. 8 – С. 78-83.

УДК 551.243+553.3

В.А. Елохин

МОЛИБДЕНОВОРУДНЫЕ ОБЪЕКТЫ В РЕГИОНАЛЬНЫХ СТРУКТУРАХ УРАЛА

Молибден - металл, который широко используется в промышленности. Свыше 75 % всего добытого молибдена используется в качестве легирующей добавки для производства различных видов сталей: жаростойких, нержавеющей, инструментальных, быстрорежущих, сплавов в ракетно- и самолетостроении, в ядерной энергетике. Кроме того, молибден используется в чугуновых отливках, в электротехнике, в производстве красителей и микроудобрений.

Общие запасы молибдена оцениваются в 13,73 млн т (без России), в том числе подтвержденные - 8896 тыс. т. Наиболее крупными запасами располагают восемь стран: США, Чили, Китай, Перу, Армения, Канада, Аргентина, Казахстан. Россия в этом ряду занимает далеко не последнее место, несмотря на то, что к началу 1997 года в России была проведена экспертная переоценка разведанных запасов, после которой только 48 % их количества было отнесено к запасам, рентабельным для разработки.

На Урале известно более ста молибденовородных и молибденсодержащих рудопроявлений и месторождений (см. рисунок), но промышленных (разрабатываемых) объектов нет. В то же время металлургические предприятия Урала используют привозное сырье (например, Челябинский электрометаллургический комбинат для производства ферромолибдена). В этой связи изучение известных молибденовородных объектов с целью прогнозной оценки территории и поисков новых молибденовых месторождений является одной из важных задач.