Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LV, вып. 2, 1968 г.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЗОЗОЙСКИХ ВУЛКАНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПРИАРГУНЬЯ

П. А. Строна

Вулканические образования Приаргунья играют существенную роль в металлогеническом облике района. С ними парагенетически связан ряд типов месторождений полезных ископаемых, для других месторождений они являются вмещающими породами, так или иначе влияя на пространственное размещение месторождений [Строна, 1962; Фогельман, 1962; Строна, Киселева, 1965 а и др.].

При сборе и систематизации материала по геохимическим особенностям отдельных групп пород преследовались следующие задачи.

1. Получить геохимическую характеристику петрографически сходных групп пород, повторяющихся в составе отдельных разрезов, для более обоснованного сопоставления этих разрезов в пределах всего региона.

2. Геохимически подтвердить данные геологических и петрографических исследований о целесообразности выделения определенных магматических комплексов.

3. Уточнить с геохимических позиций наличие парагенетических связей между отдельными магматическими и рудными комплексами.

4. Уточнить некоторые особенности истории развития отдельных магматических серий, особенности их дифференциации, подтвердить комагматичность определенных серий или, наоборот, установить наличие геохимических разрывов между сериями пород.

Представлялось целесообразным для решения этих задач на первых порах использовать уже имевшиеся данные: многочисленные (несколько тысяч) полные полуколичественные спектральные анализы пород различного состава и с разных участков исследованной территории. Недостаточная точность частных определений при этом должна была компенсироваться значительным их числом, а возможное наличие систематических ошибок не могло играть существенной роли, так как конечной задачей было сопоставление, сравнение отдельных групп пород, а не их абсолютная геохимическая характеристика. В случаях, когда определения выполнялись в разных лабораториях, сопоставление проводилось в основном между группами анализов, выполненных одной лабораторией, а данные других определений использовались как дублирующий материал. Всего использовано около 2500 анализов, т. е. около 100000 част-

ных определений содержаний отдельных элементов. Обработка этого огромного цифрового материала была разбита на ряд стадий. Прежде всего по геологическим и географическим признакам выделялись отдельные группы пород (всего около 30 групп, соответствующих 9—10 разновозрастным петрографическим разностям пород из 7 различных районов Приаргунья).

Геологической основой для выделения групп послужили данные по стратиграфии Южно-Аргунской депрессии и Куйтунской кальдеры Г. А. Шаткова [1966] и Л. Н. Якобсон [Шатков, Якобсон, 1964], данные Н. С. Соловьева и автора по Шамянскому прогибу, по стратиграфии Тулукуевской кальдеры и более северным районам [Строна и др. 1963, Строна, Шатков, 1964; Строна, Киселева, 1965 б].

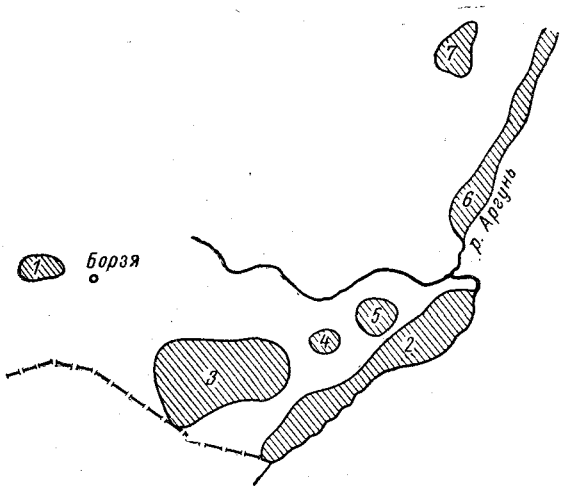


Рис. 1. *Районы отбора проб:*

1 — Шерловогорский; *2* — Южно-Аргунская впадина; *3* — Шамянская впадина; *4* — Тулукуевская кальдера; *5* — Куйтунская кальдера; *6* — Северо-Аргунская впадина; *7* — Козулинский район

Схема пространственной и возрастной разбивки пород на группы приводится на рис. 1. В тексте для его сокращения используем условные индексы групп пород (цифра в индексе соответствует номеру района, буквенное обозначение — положению в разрезе):

Породы	Шерлова гора	Южно-Аргунск.	Шамянский	Тулукуевский	Куйтунский	Северо-Аргунск.	Козулинский
Базальты . . .	—	—	К-3	—	—	К-6	
Липариты . . .	—	И-2	И-3б	И-4	—	И-6	
Перлиты . . .	—	—	—	И-4а	—	—	
Дациты . . .	—	—	И-3а	—	—	—	
Латиты . . .	—	—	З-3	—	—	—	
Гранодиориты .	—	—	Ж-3б	—	—	—	
Трахиандезиты .	—	—	Ж-3а	Ж-4	—	—	
Андезито-базальты	—	Е-2	Е-3	Е-4	—	Е-6	
Дациты . . .	—	Д-2	—	Д-4	—	—	
Андезито-базальты	—	Г-2	Г-3	—	—	—	
Гранитоиды . .	—	—	—	—	В-5	—	
Андезито-дациты	—	—	—	—	Б-5	—	Б-7
Кварцевые порфиры							
Граниты . . .	А-1	—	А-3	—	—	—	—

Для каждой группы пород была произведена выборка содержаний отдельных элементов с разбивкой на классы по величине содержания. Поскольку на этом этапе работы была еще недостаточно ясна целесообразность использования тех или иных элементов для сравнительной характеристики пород, выборка содержаний первоначально производилась для 30 элементов. В дальнейшем было признано целесообразным сократить их число до 17—20, отбросив элементы, по которым чувствительность и точность анализов оказывается недостаточной, или элементы, поведение которых в различных группах пород оказывается слишком постоянным (может быть, также вследствие недостаточной точности анализов). К таким элементам были отнесены Nb, W, Li, Tl, Ge, Na, K. Классы содержаний для каждого элемента выбирались индивидуально, с учетом чувствительности определения, реальных содержаний элемента в породах и кларковых величин (для пород соответствующего состава). При этом, учитывая обычную градацию содержаний при полуколичественных определениях, чаще всего границами классов принимались величины ряда ... 0.001; 0.003; 0.01; 0.03; 0.1 ... , и реже — более дробные классы. Число классов для разных элементов колебалось от 2 до 8.

После подсчета числа проб в каждом классе и вычисления их процентных соотношений данные расчета изображались графически. В основу графических построений была положена методика, предложенная Т. В. Билибиной и Ю. К. Бурковым [1961], т. е. построение для каждого элемента накопительной диаграммы частот содержаний в логарифмическом масштабе с одним видоизменением — вместо абсолютной величины содержания использовался кларк концентрации элемента в породе (по отношению к мировому кларку для данного типа пород, по А. П. Виноградову [1962]).

Исходя из приведенных выше границ классов, для кларков концентрации были приняты (с округлением) величины типа ... 0.03; 0.1; 0.3; 1; 3; 10; ... и т. д. Такого рода построения, хотя и требуют некоторых дополнительных расчетов, позволяют, по нашему мнению: а) легко видеть избыток или дефицит тех или иных элементов в породе по отношению к стандарту — мировому кларку; б) визуально оценивать степень неравномерности содержаний отдельных элементов; в) приближенно, но быстро оценивать модальное и медианное содержание элемента (по отношению к кларку); г) по характеру ступенчатой кривой приближенно судить о вероятном первичном (сингенетичном) распределении элемента в породе (при близком к вертикали положении кривой) или нарушенном (эпигенетичном) его распределении (при положении кривой, приближающейся к горизонтали). Диаграммы такого типа были составлены для всех групп пород. Их сравнение и сопоставление позволило оценить целесообразность использования тех или иных элементов для решения поставленных задач и, таким образом, сократить число используемых элементов.

В качестве примера мы приводим такие диаграммы для пород групп И-2, И-4, Ж-3, Ж-4, А-1 и А-3. Пересчет содержаний элементов на кларки концентрации дает возможность приближенно сравнивать породы даже различного петрографического состава с точки зрения наличия в них общих особенностей, предположительно связываемых с общностью магматического очага. Недочетом примененных диаграмм (рис. 2) является отсутствие в них наглядных данных о средних содержаниях тех или иных элементов. Поэтому для тех же групп пород, но для более ограниченного круга элементов нами вычислены средние содержания, пересчитанные затем также на кларки концентрации. При этом

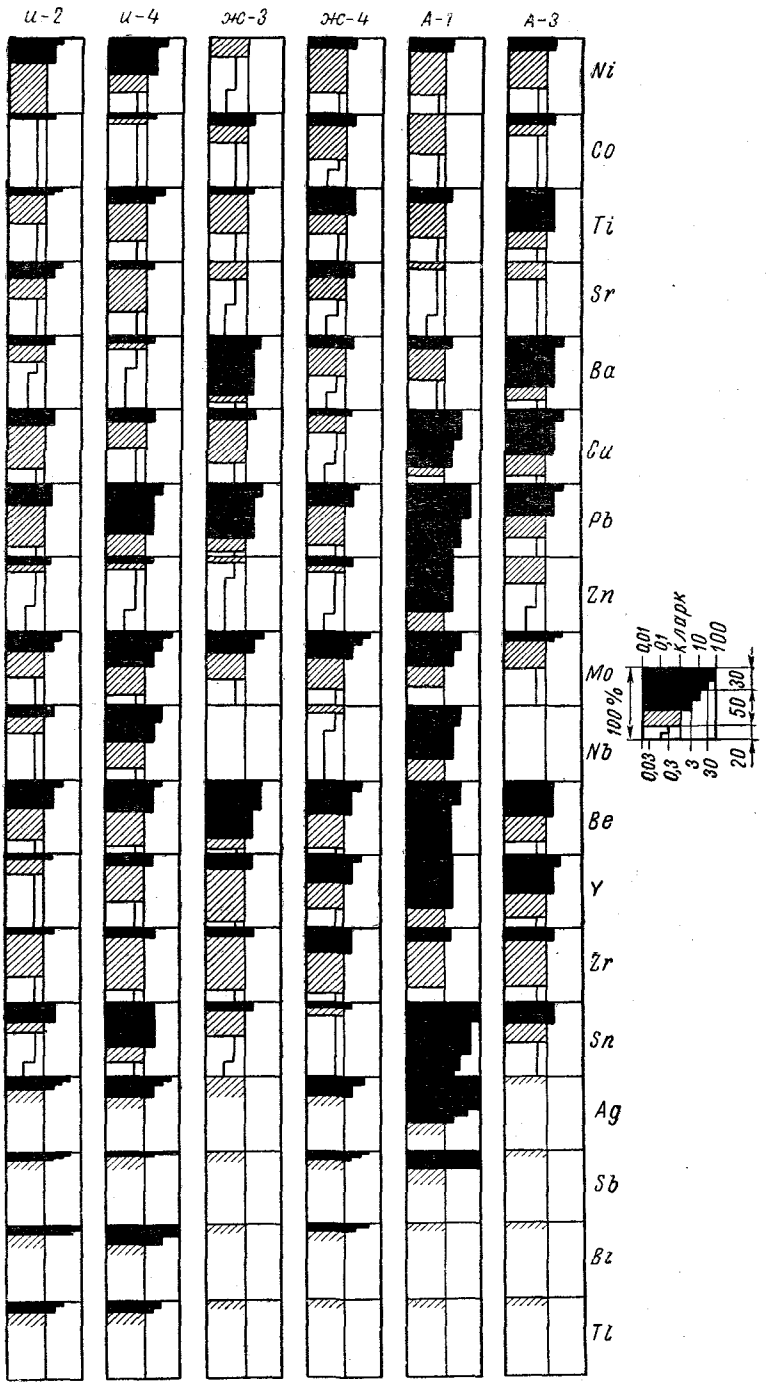


Рис. 2. Характеристика содержаний и распределения элементов в породах групп И-2 (313 проб), И-4 (258 проб); Ж-3 (105 проб); Ж-4 (52 пробы); А-1 (40 проб); А-3 (49 проб)

использовано 12 элементов, выбранных с учетом геохимических особенностей (по 4 элемента): концентрирующиеся преимущественно в кислых породах, концентрирующиеся главным образом в породах основного состава и нейтральной геохимической природы. На приводимой ниже диаграмме (рис. 3) все породы расположены в двух рядах (породы кис-

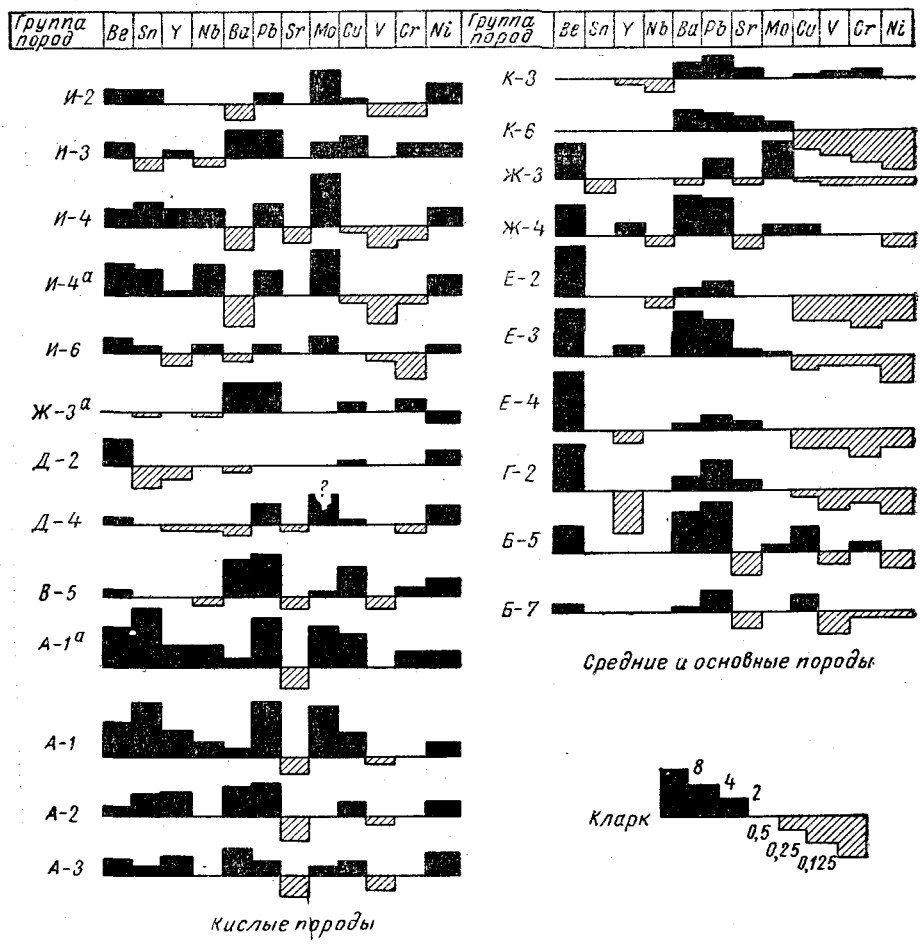


Рис. 3. Средние содержания элементов в различных группах пород. Число проб в группе от 20 до 300

лого, среднего и основного составов) примерно в порядке стратиграфической последовательности. Это позволяет сравнивать, хотя и по ограниченному числу признаков, все типы пород из разных участков между собой.

Использование геохимических данных для сопоставления разрезов эффузивных образований. По достоверным геологическим данным, в отдельных участках рассматриваемого района возможно по крайней мере трехкратное повторение в разрезе основных эффузивов и двухкратное — эффузивов кислого состава. Если при этом учитывать также породы, известные только в гипабиссальной и субвулканической фациях, то количество возрастных групп для кислых пород увеличится до четырех. Во многих случаях разновозрастные породы петрографически чрезвычайно сходны. Для геохимической корреляции их необходимо:

а) выявить геохимические отличия петрографически сходных, но разновозрастных пород; б) выявить геохимически сходные черты одновозрастных и близких по составу пород из различных районов.

Наиболее четко (по геологическим данным) сопоставляются разрезы вулканогенных толщ Южно-Аргунской впадины и Тулукуевского вулканического аппарата. В каждом из этих разрезов дважды повторяются кислые вулканогенные породы.

При сопоставлении синхронных кислых пород верхних частей разреза обоих районов (группы И-2 и И-4) у них обнаруживаются совершенно четко повторяющиеся общие геохимические особенности: 1) резко повышенные содержания бериллия, свинца, молибдена; 2) менее выдержанный (неравномерный) избыток серебра и таллия; 3) высокое содержание никеля; 4) повышенное содержание ниобия и олова, очень четкое для группы И-4 и менее четкое для группы И-2; 5) пониженные содержания бария и ванадия.

Такое широкое совпадение особенностей пород, развитых в удаленных друг от друга структурных зонах, позволяет надеяться на принципиальную возможность геохимической корреляции.

При сопоставлении разновозрастных, но близких по петрографическим особенностям толщ одного разреза (группы И-4 и Д-4), получаем: 1) пониженное содержание стронция и бария в породах более молодой группы И-4 при близком к среднему кларку содержании этих элементов в более древней группе; 2) резко повышенные содержания бериллия и олова в породах группы И-4 при нормальном содержании этих элементов в породах группы Д-4; 3) нормальное содержание титана в породах группы И-4 при четком избытке его в группе Д-4; 4) общий избыток никеля в обеих группах; 5) общий резкий избыток свинца и молибдена. Последнее обстоятельство требует особой оговорки: образцы пород группы Д-4 пришлось брать вблизи рудных тел, содержащих повышенные количества свинца и молибдена, так что в данном случае они могли быть принесены в породы постмагматическими процессами. Приведенные выше выводы можно проверить сопоставлением групп пород И-2 и Д-2. Они правомерны для титана, никеля, свинца, бериллия. При несколько иных абсолютных количествах по-прежнему более низкие содержания олова и ниобия отмечаются для более древней группы пород Д-2. В этой же группе отмечается пониженное содержание молибдена при повышенном его содержании в группе И-2. Таким образом, можно считать, что повышенные содержания молибдена в породах группы Д-4 явно связаны с его привносом. Содержания свинца, повышенные в обеих группах, но более высокие в молодых породах. Повышенные содержания свинца типичны для всех изученных групп пород, повторяются в пробах, анализированных в разных лабораториях и, вероятно, должны рассматриваться как своеобразная провинциальная особенность всего района. Содержания стронция и бария в породах групп И-2 и Д-2 близки к кларковым и существенно не различаются.

Следовательно, для корреляции вулканогенных толщ кислого состава в рассматриваемом районе можно с успехом использовать различия в содержаниях бериллия, олова, молибдена и ниобия (а при анализах повышенной чувствительности также серебра и таллия), концентрирующихся в наиболее молодых породах, и титана, более обильного, наоборот, в нижней толще. Повышенные содержания свинца и никеля и пониженные — ванадия являются региональными особенностями и для целей корреляции не могут быть использованы.

По геологическим данным, с молодыми кислыми эффузивами групп И-2 и И-4 могут быть сопоставлены также породы групп И-3 и менее

надежно И-6. Последняя представлена относительно малым числом анализов. Рассмотрение соответствующей диаграммы (не приводимой в тексте настоящей статьи) показывает сходство пород этой группы с группами И-2 и И-4 по повышенному содержанию бериллия, олова, молибдена. Данные по содержанию ниобия не дают возможности для объективного сравнения, по содержанию титана эти породы ближе к породам группы Д. Возможно, что количество анализов в данном случае просто недостаточно для статистически обоснованных выводов или что в Северо-Аргунской депрессии есть обе группы кислых пород, геологически пока не расчлененные, и произведенная выборка проб охватывает обе группы.

Породы группы И-3, которые по геологическим признакам довольно уверенно сопоставляются с рассмотренными выше породами, отличаются рядом геохимических особенностей — повышенным содержанием титана и циркония, отсутствием заметного избытка олова. Характерные для всей группы И повышенные содержания бериллия и (менее четко) молибдена сохраняются и в группе И-3. В данном случае нет оснований сомневаться в правильности их возрастной идентификации. Есть, однако, некоторые «провинциальные» особенности истории развития магматизма Шамянского прогиба, на которых мы остановимся позднее.

Обоснованность выделения отдельных магматических комплексов. Для Южного Приаргунья наиболее дробное расчленение позднемезозойских магматических образований произведено Г. А. Шатковым [1966] (от древних к молодым).

1. Уртуйский магматический комплекс — кислые субвулканические и гипабиссальные породы (у нас группы А-2, А-3 и, вероятно, А-1).

2. Куйтунский вулканический комплекс (точнее, вулкано-плутонический) — андезиты, андезито-дациты и прорывающие их гипабиссальные интрузии гранитоидов (группы В-5, Б-5 и Б-7).

3. Абагайтуйский магматический комплекс — потоки и покровы, реже субвулканические тела базальтов, андезитов, латитов, дацитов, липаритов, группирующиеся в два ритма, каждый из которых начинается с основных и заканчивается кислыми породами (группы Г, Д, Е, Ж, З, И).

4. Рельжинский вулканический комплекс — покровы базальтов (породы группы К-2 и предположительно К-6).

Посмотрим, насколько выделение этих комплексов подтверждается их геохимическими особенностями (рис. 3). Прежде всего бросается в глаза очевидное сходство пород групп А-1, А-2 и А-3. Они характеризуются резко повышенными содержаниями бериллия, олова, иттрия, свинца, меди и никеля, в меньшей степени — бария и молибдена, при пониженных содержаниях стронция и ванадия. Менее выдержанным и постоянным является поведение ниобия и хрома.

Куйтунский комплекс представлен породами различного петрографического состава. Однако, если сравнивать содержания малых элементов в породах с соответствующими кларковыми содержаниями (с учетом состава пород), легко убедиться в поразительном сходстве их геохимических черт. Лишь для никеля намечаются расхождения — небольшой избыток его в гранитоидах и дефицит — в андезитах. Гранитоиды Куйтунского комплекса резко отличаются от других кислых пород района низким содержанием олова, иттрия, ниобия, бериллия и молибдена. Андезиты более сходны с породами соответствующего состава из других комплексов, однако, и у них есть характерная особенность — повышенное содержание меди, присущее, кроме них, лишь породам группы Б-7, предположительно отнесенным к тому же комплексу.

Рассмотрение особенностей сложного Абагайтуйского комплекса представляет гораздо более трудную задачу. Комплекс этот охватывает ряд групп пород различного состава из разных районов. Как уже говорилось, наиболее молодые кислые вулканические и субвулканические породы этого комплекса (группы И) довольно хорошо увязываются друг с другом по особенностям своего состава. Близки к ним по типоморфным особенностям породы групп Ж и З. Что же касается базальтоидов и принадлежащих к ранним образованиям комплекса кислых пород (группы Г, Д, Е), то они, обладая сходными чертами, резко отличаются от более молодых образований. Последние, как говорилось, характеризуются высокими содержаниями молибдена, бериллия, ниобия, олова, свинца, обычно пониженными содержаниями меди. Поведение бария, ванадия, хрома не вполне выдержанное. Заметно повышено также содержание никеля — это общая особенность всех кислых пород района. Таким образом, единство пород этой группы с геохимической стороны вызывает некоторые сомнения, как, впрочем, и по некоторым геологическим данным. Выделяющий этот комплекс Г. А. Шатков [1966] отмечает внутри него наличие двух магматических ритмов, начинающихся с основных и заканчивающихся кислыми породами. Предполагаемые ритмы соответствуют наблюдающейся последовательности образования пород, но не соответствуют перерывам в разрезе и геохимическим данным. Более правдоподобным было бы такое разделение пород: I серия — андезито-базальты; липарито-дациты; андезито-базальты; иногда снова липарито-дациты (группы Г, Д, Е); II серия — трахиандезиты; латиты; дациты; липариты (группы Ж, З, И). Название Абагайтуйского комплекса следовало бы сохранить лишь за более молодой серией (группы Ж, З, И), более древняя же заслуживает, по-видимому, выделения в самостоятельный комплекс.

Рельжинский комплекс с геохимической стороны изучен недостаточно, и на рассмотрении его особенностей мы останавливаться не будем. Предположительно параллелизуемые с ним базальтоиды группы К-6 довольно заметно отличаются от более древних базальтоидов района (прежде всего по более низкому содержанию бериллия).

Кажется необходимым в заключение обратить внимание еще на одно обстоятельство: породы Уртуйского и Абагайтуйского (в нашем понимании) комплексов, несомненно, разновозрастны, возникают в разной тектонической обстановке, четко различаются по металлогенической специализации и очень различны по петрографическим признакам. Вместе с тем, по целому ряду геохимических особенностей они очень близки. Необходимость их разделения с геологической точки зрения не вызывает сомнений, но геохимическая характеристика пород не во всех случаях может быть использована для этих целей. Вполне вероятно, впрочем, что расширение количества учитываемых элементов может дать возможность преодоления затруднений такого рода. Из двенадцати учтенных нами элементов на диаграмме (рис. 3) более или менее четко отличают Уртуйский комплекс лишь повышенные содержания меди.

Уточнение генетических соотношений магматических и рудных комплексов. Уртуйский, Куйтунский и Абагайтуйский магматические комплексы рассматриваются нами как потенциально рудоносные. По геологическим данным предполагается связь с первым из них оловорудной минерализации, с Куйтунским — полиметаллической и с Абагайтуйским — разнообразных по составу низкотемпературных приповерхностных гидротермальных месторождений, в первую очередь, флюоритовых. В одной из недавно опубликованных работ [Строна, Киселева, 1965 б] уже приводятся некоторые геохимические данные, указывающие на

наличие парагенетических связей низкотемпературной приповерхностной гидротермальной минерализации с кислыми эффузивами Абагайтуйского комплекса. Поэтому здесь можно ограничиться самым сжатым их изложением.

Во флюоритовых жилах Южного Приаргунья часто отмечаются в повышенных содержаниях молибден, бериллий, свинец, сурьма, реже — висмут, таллий. Резко повышенное содержание этих элементов характерно и для пород Абагайтуйского комплекса, особенно для поздних кислых его членов (породы группы И). Интересно отметить, что наиболее четко эти особенности проявлены в перлитах и шаровых лавах (рис. 4). Мы считаем, что перлиты по своему составу ближе к исходному магматическому расплаву, чем лавы обычного облика, теряющие вместе с летучими значительную часть рудных компонентов. Грубо говоря, перлиты можно уподобить частично «законсервированному» первичному расплаву, тем более, что просмотр шлифов анализированных пород дает возможность по сохранности стекла надежно судить об отсутствии проявлений более поздних наложенных гидротермальных процессов. В шаровых лавах внутри шаров иногда обнаруживаются выделения халцедона, опала и флюорита, не имеющие никаких связей с внешними частями лавового шара. Все эти обстоятельства позволяют предполагать наличие первичных высоких концентраций фтора и перечисленных выше элементов как в лавах, так и в глубинном магматическом очаге, из которого они поступили. Таким образом, геохимические особенности пород Абагайтуйского комплекса подтверждают высказанные по геологическим данным предположения о парагенетической связи с ним флюоритовых и других низкотемпературных близповерхностных гидротермальных месторождений Приаргунья.

Для двух других упомянутых выше комплексов геохимические связи пород и рудных образований изучены еще недостаточно. Можно лишь отметить, что высокие содержания олова в породах Уртуйского комплекса и свинца в Куйтунском грубо подтверждают приведенные выше предположения об их металлогенической специализации.

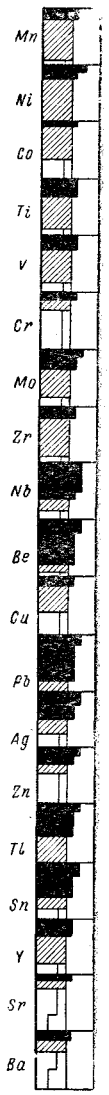


Рис. 4. Содержания элементов в неизменных перлитах групп И-2 и И-4. Использовано около 70 проб

Уточнение истории формирования отдельных магматических серий. Рассмотрение данных, полученных при обработке результатов многочисленных спектральных анализов магматических пород, позволяет утверждать, что в ряде случаев важные особенности истории формирования отдельных магматических серий могут быть в известной степени раскрыты геохимическими методами.

Имеющиеся для Южного Приаргунья геологические данные (районы 2, 3, 4) позволяют наметить общую последовательность изменения состава эффузивных образований в разрезе как смену основных пород кислыми с ритмичным двухкратным повторением этой смены (группы Г, Д, Е, Ж, З, И). Несколько обособленное положение занимают более древние образования Куйтунского комплекса (группы Б и В), в истории развития которого также отмечается смена менее кислых пород

более кислыми (еще один ритм). Такая схема строения разреза принята, в частности, Г. А. Шатковым [1966]. При всей ее заманчивости отдельные детали схемы не вполне вяжутся с геологическими данными. Так, если предполагать наличие двух правильных ритмов вулканической деятельности, оставляя пока в стороне вопрос о более древнем, Куйтунском ритме, то вполне естественно предположить наличие перерыва между ритмами. Изучение реальных разрезов показывает, что внутри вулканогенной толщи действительно отмечается целый ряд перерывов, но наиболее крупный и выдержанный располагается между образованиями групп Е и Ж, а не между группами Д и Е, как это следует из схемы Г. А. Шаткова. Следовательно, в нижнем ритме имеем серию основных — кислых — основных пород (по некоторым частным разрезам можно отметить наличие еще более молодой пачки кислых пород). На долю верхнего ритма остается серия, начинающаяся породами среднего состава с отчетливым субщелочным уклоном (трахиандезиты, латиты) и заканчивающаяся кислыми породами. Для анализа геохимических особенностей этих серий можно использовать результаты опробования пород Шамянского прогиба (район 3). Здесь слабо проявлены или, вероятнее, в значительной степени перекрыты более молодыми породами образования групп Г и Д. Зато верхняя часть разреза (группы Е, Ж, З и И) опробованы и расчленены несколько более детально, чем в других районах. Прослеживая в этом ряду пород изменения содержаний отдельных элементов в их абсолютном значении, отмечаем резкий разрыв между группами Е и Ж (рис. 5) для содержаний никеля, титана, циркония, бериллия, молибдена, стронция, в меньшей степени — для содержаний свинца. Отсутствие или неполнота геохимических данных по более древ-

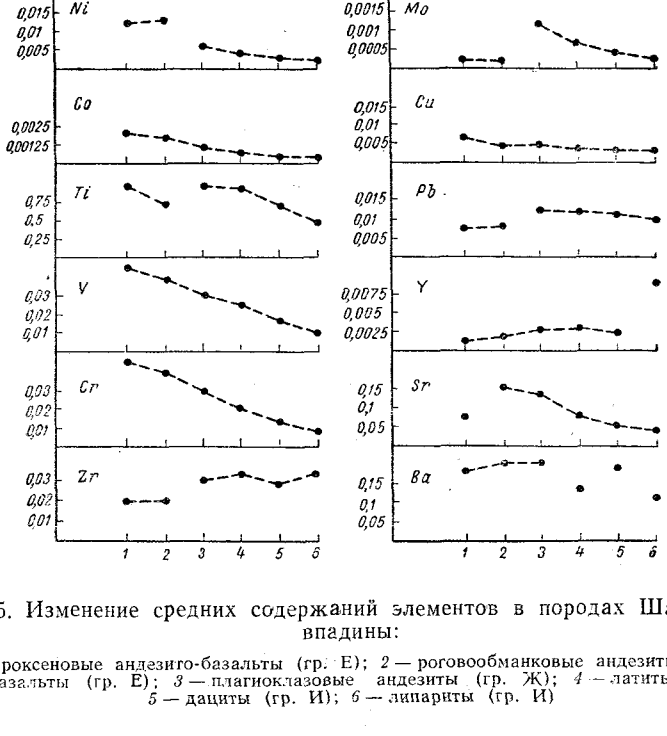


Рис. 5. Изменение средних содержаний элементов в породах Шамянской впадины:

1 — пироксеновые андезито-базальты (гр. Е); *2* — роговообманковые андезиты и андезито-базальты (гр. Е); *3* — плагиоклазовые андезиты (гр. Ж); *4* — латиты (гр. З); *5* — дациты (гр. И); *6* — липариты (гр. И)

ним породам не позволяют проследить изменения содержаний этих элементов вглубь по разрезу, но и приведенные материалы подтверждают наличие разрыва между группами Е и Ж, говоря в пользу второй точки зрения о границах ритмов.

Геохимические особенности пород позволяют отметить существенное отличие истории развития магматизма в Шамянском прогибе, с одной стороны, и Южно-Аргунском и Тулукуевском районах, с другой. Геологически это отличие проявлено в очень широком развитии пород типа трахиандезитов — латитов в пределах Шамянского прогиба при умеренном их проявлении в Тулукуевском районе и ничтожном развитии в Южно-Аргунской депрессии. Для всей верхней части разреза эффузивов характерно резко повышенное содержание свинца, молибдена, бериллия, серебра, сурьмы, иногда висмута и таллия, т. е. элементов, типичных и для низкотемпературных гидротермальных образований, парагенетически связанных с вулканогенным комплексом. При этом для районов 2 и 5 наиболее высокая их концентрация приурочена к наиболее поздним липаритоидным образованиям, а для района 3 — к образованиям типа трахиандезитов — латитов, несколько более ранним, чем проявленные в этом же районе липариты. Возможны два варианта объяснения региональных различий.

1. В обоих случаях дифференциация магматического расплава и накопление, а затем и отделение летучих идет в однотипных по структурному положению магматических очагах, но в районе 3 оно начинается на несколько более ранней стадии (соответственно поздние дифференциаты оказываются относительно обедненными металлогенными компонентами).

2. В обоих случаях дифференциация расплава идет в однотипных магматических очагах, на небольших глубинах (очаги промежуточного типа), растворы же поступают из первичного, глубинного очага, несколько запаздывая по времени для районов 2 и 4 по сравнению с районом 3.

С точки зрения металлогенической оценки территории эти варианты неравноценны: при первом варианте важным поисковым признаком будет развитие пород определенного петрографического типа и определенной стратиграфической позиции (группа И в районах 2 и 4 или группа Ж в районе 3); при втором варианте петрографическая характеристика пород становится второстепенной по сравнению с их геохимическими особенностями.

Во всех трех районах высокое (иногда очень высокое) содержание перечисленных элементов в породах часто сопровождается сильным изменением пород. Тем не менее его нельзя рассматривать как случайное наложение каких-то посторонних гидротермальных процессов. Это скорее явления типа автометасоматоза: они чрезвычайно полно охватывают все площади развития пород определенных групп, практически не распространяясь вне площадей их развития; аналогичные геохимические аномалии иногда приурочены к свежим стекловатым перлитам.

Как видно из диаграммы (рис. 6), породы, достаточно четко отличающиеся по набору и характеру распределения малых элементов, петрохимически часто оказываются сходными. Так, очень близки по общей петрохимической характеристике породы группы В (гранитоиды) и группы И (липариты), хотя геологические данные указывают на разный их возраст, а спектр малых элементов, как это было показано выше, у них резко различен. Петрохимически близкими оказываются также породы групп Д и Ж, резко различающиеся по набору малых элементов и по своей геологической позиции. Резко отличаются от других основных

пород района породы группы К, геохимические особенности которых, к сожалению, изучены совершенно недостаточно. Более подробные сведения по петрохимической характеристике района приведены в работах Н. В. Шталь [1963], Н. С. Соловьева [1967].

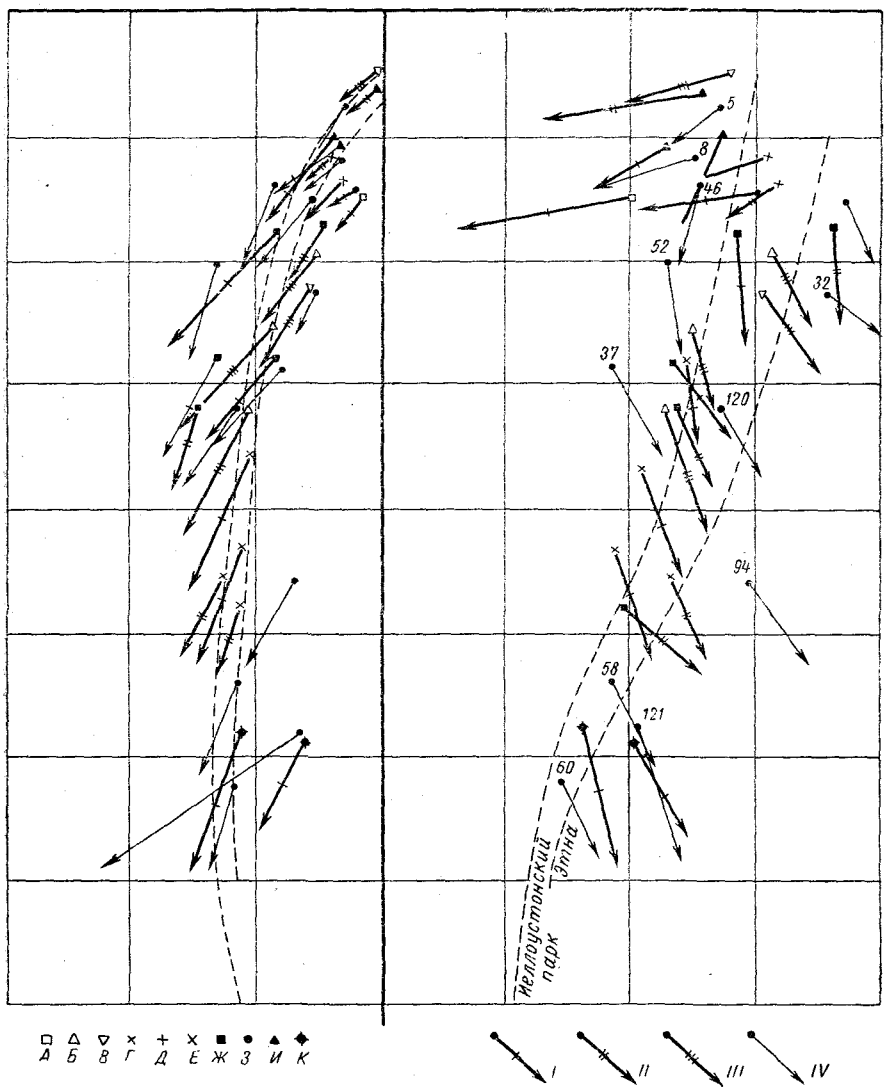


Рис. 6. Диаграммы составов пород по А. Н. Заварицкому:

А—К — группы пород. Породы: *I* — Шамянской впадины; *II* — Тулукуевской кальдеры; *III* — Куйтунской кальдеры; *IV* — средние типы пород по Дели; *5* — риолит; *46* — дацит; *52* — роговообманковый андезит; *32* — трахиандезит; *37* — диориты (в том числе кварцевые); *120* — шошонит; *94* — трахидолерит; *58* — базальты (все); *121* — абсарокит; *60* — платобазальт

Выводы

1. Исследование содержаний малых элементов в магматических породах рассматриваемого района может дать дополнительно к геологическим, петрографическим и петрохимическим исследованиям важные результаты, помогающие при сопоставлении разрезов, расчленении

сложных магматических серий, решении вопросов о генетических связях оруденения с отдельными магматическими комплексами. Уточнение намечающихся закономерностей возможно при использовании количественных спектральных определений (вместо полуколичественных).

2. Для решения геолого-петрологических задач особый интерес представляет изучение распределения бериллия, ниобия, олова, титана, бария, молибдена, никеля. Для выявления генетических связей магматизма и оруденения — молибдена, свинца, олова, висмута, мышьяка, сурьмы, бария, ртути, что требует особо точных методов определения их содержаний.

3. Геохимические особенности изученных групп пород подтверждают обоснованность геохимических выводов о целесообразности выделения в рассматриваемом районе Уртуйского и Куйтунского магматических комплексов. Что касается Абагайтуйского комплекса, то его единство вызывает некоторые сомнения. Возможно, что более детальные исследования приведут к разделению этой сложной и неоднородной ассоциации пород на несколько магматических комплексов.

ЛИТЕРАТУРА

Билибина Т. В., Бурков Ю. К. Некоторые данные о методике изучения комплекса элементов-примесей в осадочных породах. Инф. бюлл. ВСЕГЕИ, № 50, 1961.

Виноградов А. П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. Геохимия № 7, 1962.

Соловьев Н. С. Некоторые петрохимические особенности позднемезозойских магматических ассоциаций Юго-Восточного Забайкалья. ЗВМО, ч. 96, вып. 1, 1967.

Строна П. А. К вопросу об источниках низкотемпературного гидротермального оруденения в Восточном Забайкалье. Геол. рудн. м-ний, № 4, 1962.

Строна П. А., Киселева Н. Ф. Некоторые особенности поздневерхнеюрских эффузивов Приаргунья и их металлогеническое значение. Зап. ЛГИ, т. XLIX, вып. 2, 1965 а.

Строна П. А., Киселева Н. Ф. Кислые нижнемеловые субвулканические и вулканические образования Северо-Аргунской депрессии. Зап. ЛГИ, т. XLIX, вып. 2, 1965 б.

Строна П. А. и др. Геологическое строение юго-западного Приаргунья. Тр. ВСЕГЕИ, нов. серия, т. 81, 1963.

Строна П. А., Шатков Г. А. Геологическое строение района Березовского железорудного месторождения (Восточное Забайкалье) и его генезис. Геол. и геофиз., № 8, 1964.

Шатков Г. А. О структурном расчленении верхнемезозойских вулканогенно-осадочных отложений и возрасте низкотемпературного гидротермального оруденения Приаргунья. Геол. рудн. м-ний, № 1, 1966.

Шатков Г. А., Якобсон Л. Н. О взаимоотношении вулканогенно-осадочных и угленосных отложений Аргунской впадины. Тезисы I научной конференции геологической секции им. В. А. Обручева Забайкальского отд. Географического о-ва. Чита, 1964.

Шталь Н. В. Петрохимические особенности позднемезозойских вулканогенных формаций восточного Забайкалья. В сб. «Петрохимические особенности молодого вулканизма». Изд-во АН СССР, 1963.

Фогельман Н. А. Некоторые особенности геологии и металлогении Балейско-Дарасунского золотоносного района. Тр. ЦНИГРИ, вып. 41, 1962.