

УДК 550.4 : 539.163 : 530.12

Т. С. ТИМОФЕЕВА

ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ ВЕЩЕСТВА В УСЛОВИЯХ
ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ АССОЦИАЦИЙ

Принято считать, что в геохимической жизни природных минеральных ассоциаций, кроме стабильных, участвуют и наиболее долгоживущие радиогенные изотопы химических элементов, такие как ^{40}K , ^{235}U , ^{232}Th и т. д. При этом подчеркивается (1, 17), что элемент сохраняется в природных условиях в том случае, если его период полураспада не менее 10^{7-8} лет. Однако приходится сталкиваться с фактами, когда в ассоциациях встречаются элементы, период полураспада которых намного меньше. Так, широко известны радоновые источники, наличие радия в радиоактивных и цирконовых минералах и др. С этих позиций особый интерес представляют работы Brookins D. G. (21), Hageman R. (22) и других исследователей по результатам изучения месторождения Окло, Габон, Африка, в рудах которого обнаружены полоний (период полураспада наиболее долгоживущего изотопа 102 года), трансурановые элементы нептуний и плутоний. Эти факты объясняются гипотезой о природном атомном кале. Считается, что радиогенные изотопы являются там продуктом распада по обычным цепочкам. Вероятность существования радиоактивных ядер в других условиях исключалась и такие ядра просто не искали. Однако, согласно единой теории фундаментального поля — ТФП (2—6, 9, 12, 23—25), такие ядра могут существовать в природных условиях. Это побудило автора статьи поставить специальные исследования по поискам нестабильных короткоживущих изотопов и элементов в тех месторождениях, где «они не должны быть». Поиски, продолжавшиеся более десяти лет, увенчались успехом (15, 16). Таким образом, следует считать ошибочным мнение, что в природных месторождениях мы имеем дело с концентрированием только стабильных изотопов.

Ранее нами было показано (14—16), что одной из причин сонахождения элементов в ассоциациях является изотонизм как явление, возникающее вследствие нейтронных связей. Последние обуславливают накопление всех без исключения изотопов элементов, характерных для конкретных ассоциаций. Именно так происходит концентрирование «чуждых» для стандартной схемы парагенезисов компонентов. Закономерен вопрос, какова сущность изотонических связей и какие физические причины обуславливают явление изотонизма? В предыдущих публикациях на эту тему (15, 16) данное явление только характеризовалось, но не объяснялась его сущность.

Анализ существующей геохимической литературы показывает, что формирование минеральных ассоциаций, в частности, осаждение самих минералов — твердых тел с устойчивой кристаллической решеткой, связано с многими причинами: изоморфизмом, изотонизмом, превращением элементов в результате радиоактивного распада и т. д. Но исследователи обычно считают, что определяющим в этом вопросе является электронное строение оболочек атомов и исключают возможность влияния ядер атомов на процессы минералообразования. Данная статья посвящена именно последнему вопросу. Раздел о механизме об-

разования минералов написан при участии И. Л. Герловина и М. М. Протодьяконова, дающих физическое обоснование изотонизма.

При изучении геохимии объектов основным механизмом эволюции вещества считается в настоящее время процесс распада радиоактивных элементов, попутно фиксируются возникновение метамиктных состояний, помутнения кристаллов, покраснения пород, образование плеохроичных дворинок, новых для парагенезисов окисных соединений и т. д. Г. А. Сидоренко с соавторами отмечен даже факт образования реакционной каймы алмаза и муассонита по контакту настурана и органического вещества. Указанный подход применим к изучению толь-

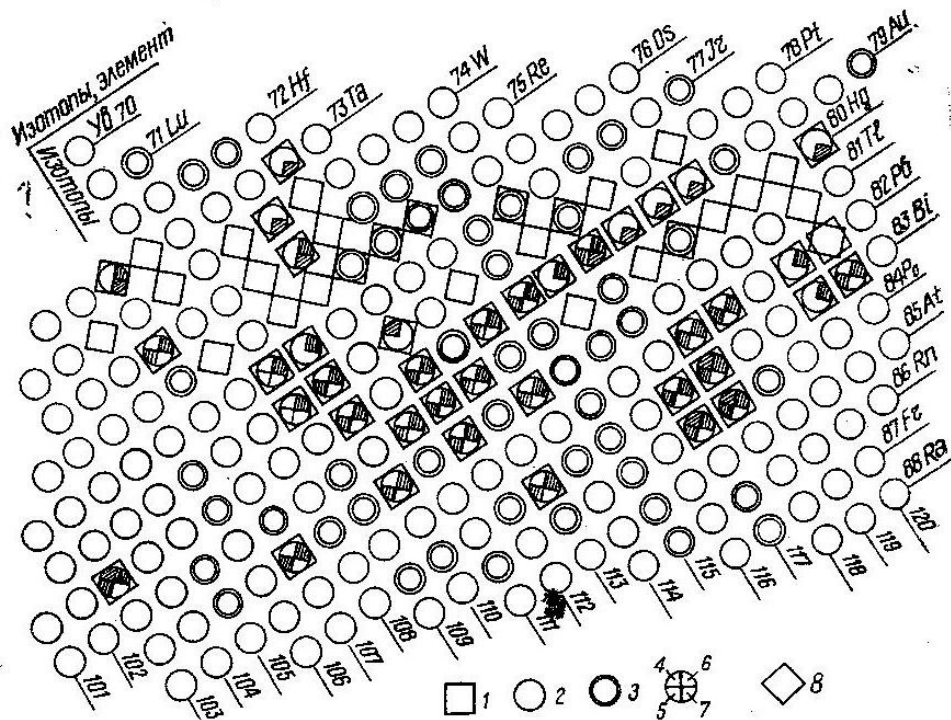


Рис. 1. Типы ядерных превращений изотопов химических элементов, входящих в природную кварцево-золото-теллуридную ассоциацию. Составлено с использованием таблиц Lederer

1—стабильный изотоп; 2—радиогенный изотоп; 3—изомерный переход; 4—альфа-распад; 5—позитронный распад; 6—K-захват; 7—бета-распад; 8—изотоп, обнаруженный в ассоциации экспериментально.

ко ассоциаций с заведомо высокими концентрациями Ra, Th, U. При близкокларковых содержаниях влияние их на геохимию не допускается. Кроме того, «априори» полностью исключается возможность синтеза более тяжелых, чем исходные, ядер и распад нерадиоактивных ядер. Однако наличие в природных ассоциациях нестабильных, в том числе весьма короткоживущих, изотопов (15, 16), распад которых протекает с выделением α , β^+ , β^- -частиц и с явлением K-захвата (рис. 1), показывает, что такая точка зрения должна быть пересмотрена.

Процессы образования минералов на основании принципов изотонизма могут быть рассмотрены с позиций новой единой релятивистской квантовой теории фундаментального поля — ТФП (2—6, 9, 11, 23—25). Вопрос о возможной роли ядер с одинаковым количеством нейтронов в накоплении элементов в парагенезисах поднят в 1959 г. А. С. Уклонским, однако его перспективность для геохимии не была доказана, поэтому в геологической практике поставленная задача не имела должного развития. Связано это с тем, что исследователи не допускают для естественных условий даже самую мысль о взаимодействии ядер между собой и, тем более, исключают влияние каких-либо факторов на радиоактивный распад и возможность естественного синтеза радиоактивных ядер. Кроме того, в работах А. С. Уклонского (18 и др.) только поставлен, но не решен вопрос о роли изотонизма в формировании

минералов и минеральных ассоциаций. Каким же образом ТФП (2—6) объясняет сущность указанных явлений? В ней показано, что осцилляция субструктуры элементарных частиц приводит к резкой анизотропии основного поля, связанного с этими субчастицами — фундаментального поля — ФП. Практически ФП концентрируется вдоль «струны», имеющей исчезающе малую толщину. Вследствие прецессии структуры элементарных частиц эта струна сканирует на поверхности конуса анизотропии, вершина которого — в центре элементарной частицы (рис. 2—4). Таким образом, наибольшее среднее значение ФП

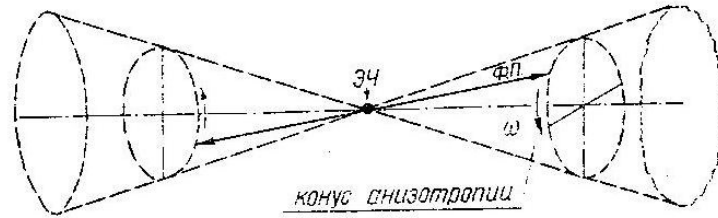


Рис. 2. Конусы анизотропии фундаментального поля элементарной частицы, ФП — «струна» фундаментального поля; $\omega = 10^{18} \text{ с}$.

находится на поверхности конуса анизотропии, а максимальное — осциллирует по этой поверхности с частотой порядка 10^{18} Герц (2—6, 12). Речь идет не об электрическом поле, которое является частным

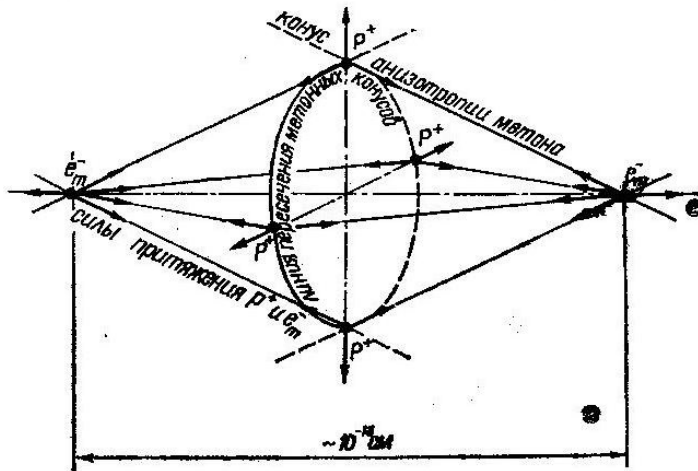


Рис. 3. Модель атома He (альфа-частица) по теории фундаментального поля. p^+ протон, e^- метон;

проявлением фундаментального, а о самом ФП. Как показано в (12), анизотропия ФП ответственна за сам факт образования кристаллической структуры в конденсированных средах и объясняет ряд свойств атомных ядер. Нейтрон, согласно ТФП, — сложная частица, состоящая из протона и особого метастабильного электрона, названного «метон» (рис. 3). У метона масса несколько больше массы электрона, а «размер» близок к эффективному размеру структуры протона. В ядре метон связан сильным (ядерным) взаимодействием в каждый данный момент с каким-либо из протонов ядра. Устойчивые ядра образуют систему, в которой связи метонов и протонов имеют очень малую вероятность нарушиться, у радиоактивных ядер эта возможность более вероятна. Фундаментальное поле очень медленно уменьшается вдоль струны и у истока, идущего от частицы существенно больше среднего значения этого поля. Это поле у протона на 6—7 порядков больше электрического поля на таком же расстоянии от заряда, а у метона — на 23—24 (12). Таким образом, протонная (или метонная) струна, идущая от ядра, при встрече на своем пути с отрицательно заряжен-

ной частицей будет ее с большей силой притягивать (метонная — отталкивать), а положительно заряженную частицу — отталкивать (метонная — притягивать). Вследствие этого может быть три взаимодействия: а) периодическое колебание взаимодействующих частиц; б) установление постоянной (длительной) во времени связи между частицами; в) «захват» частицы из окружающих ядро элементарных частиц вакуума ЭЧВ в ядро или выталкивание из периферии сложного ядра частицы, входящей в ядро. Указанное взаимодействие струны фундаментального поля с частицами, расположенными в ядре, облегчает понимание механизма ранее известных явлений (колебания ядер

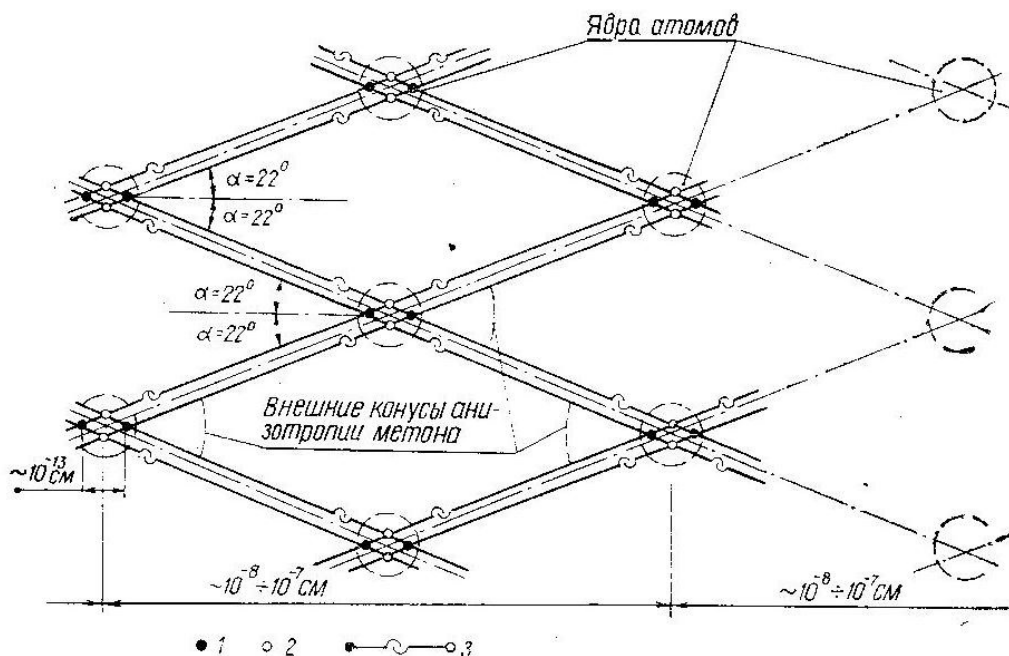


Рис. 4. Один из вариантов изотонической связи ядер химических элементов:

1 — метон, 2 — протон, 3 — метонная связь.

в целом, колебания составных элементов ядер; К-захват с атомной орбиты ядром и пр.) также объясняет механизм нейтронных (в частности изотонических) связей и предсказывает возможность синтеза новых ядер, в том числе радиоактивных, спонтанного распада ядер, считающихся стабильными за геологическое время. Так, установление постоянной связи между метоном одного ядра и протоном другого приведет к связи между ними на атомных (10 см^{-8}) расстояниях и даже существенно превышающих их, так как поле струны здесь все еще значительно — возникнет нейтронная, в частности изотоническая, связь. Поскольку поле метонной струны ослабевает с расстоянием медленнее, чем протонной, на больших расстояниях (много больших размера ядра) определяющую роль будет играть связь метонной струны, а не протонной. Метон — составной элемент нейтрона, поэтому можно считать, что связь между ядрами в природных условиях реализуется нейтронами (рис. 2—4). Понятно, что если число нейтронов у связанных таким образом ядер одинаковое, то их суммарная связь будет наиболее стабильной. Данный факт обуславливает наличие в минеральных ассоциациях всех членов изоморфно-изотонических рядов химических элементов, характерных для конкретных минеральных ассоциаций (15) при свободном фракционировании отдельных изотопов. Если бы имели место одни изотонические связи, то в минеральных ассоциациях наблюдались бы только эти цепочки. Однако изоморфная связь между отдельными членами этих цепочек объединяет их в полный изоморфно-изотонический ряд, который наблюдается для всех минеральных ассоциаций с законченным эволюционным циклом развития (если последний не был нарушен геологическими условиями и

физико-химическими параметрами вмещающей среды). Такова сущность изотонических связей между ядрами разных атомов химических элементов, объединяемых в изотонические ряды.

Как видно из схемы изотонических связей (рис. 4), в единую систему может объединяться только большое число атомов, взаимное пересечение конусов анизотропии которых обеспечивает связь между нейтронами разных атомов химических элементов. В свою очередь, это способствует накоплению в минералообразующем растворе самых различных элементов-изотонов и концентрированию «чуждых» для данной ассоциации компонентов. Именно в результате такого механизма появляются Be, B, N, Mg, Al, в алмазе, Mo, Pd, Ru, Ag в цирконе, Ba, TR, Re, Os, Ir, Pt, Au в шеелите, W, Re, Os, Pt, Se, Au, Ti, Pb, Bi, Po, Th, U в киновари (14). Кроме того, важно отметить, что поскольку все протоны и метоны внутри ядра сильно взаимодействуют, связь между нейтронами (точнее метонами) одних ядер и протонами других не обязательно должна реализоваться между всеми частицами ядер. Если у одного из них, связанного через взаимодействие метонная струна-протон, окажется избыток (или недостаток) нейтронов в сравнении с другим ядром, то свободная метонная струна будет способствовать изменению структуры взаимодействующих ядер. Определяющую роль при этом в процессе изменения структуры ядер будут играть возбужденные элементарные частицы вакуума (ЭЧВ), которых, по теории фундаментального поля, очень много расположено вокруг любого ядра. ЭЧВ — это объект, возникший в результате аннигиляции частиц и античастиц в раннюю эпоху возникновения Вселенной. ЭЧВ протон-антипротонного, электрон-позитронного и некоторых других видов достаточно стабильных частиц (6) создают основную среду — физический вакуум (ФВ). Таким образом, вокруг нас не пустота, а структурированная материальная субстанция — физический вакуум, состоящий из аннигилированных частиц и античастиц. Физический вакуум — не возврат к механическому эфиру XIX в. Это чисто квантовая среда. В частности, он обладает сверхтекучестью (29). Согласно ТФП, свет — это распространение возбуждения в ФВ, а фотон — возбужденная на один период ЭЧВ. Все квантовые и релятивистские свойства, которые нам известны, обязаны своим существованием основному квантовому объекту в природе — физическому вакууму. Например, отсутствие классической траектории у электрона на атомных орбитах — результат прямого взаимодействия этих электронов с возбужденными ЭЧВ. Основные ЭЧВ — это частицы протон-антипротонного и электрон-позитронного вакуумов. В первом случае их концентрация достигает порядка 10^{39} см⁻³, во втором — 10^{29} см⁻³. Это очень большая концентрация, поэтому даже при малом среднем возбуждении ЭЧВ существует небольшая, но не нулевая вероятность того, что какая-то наиболее сильно возбужденная ЭЧВ захватится одновременно двумя ядрами, причем в одном из них прибавится протон, а в другом на один станет меньше за счет аннигиляции с антипротоном, принадлежащим раньше ЭЧВ. Может реализоваться и процесс поглощения только одной из частиц другим ядром, а избыточная античастица, ранее входящая в ЭЧВ, покинет границы минерала.

Возможен и другой вариант. Например, электрон, входящий в возбужденную ЭЧВ электрон-позитронного вакуума, может быть захвачен ядром, образуя в нем еще один метон, который, соединившись с протоном, создаст новый нейтрон в ядре. Освободившийся позитрон может проаннигилировать или с каким-либо блуждающим свободным электроном, или с электроном атомной оболочки, либо удалиться за пределы атома. В последнем случае мы будем наблюдать позитронный радиоактивный распад. Возможен и захват виртуального позитрона из ЭЧВ метонной струной, идущей из ядра. Это породит β -распад. Поэтому он может происходить как при распаде нейтронов в ядре (разрыв связи метона с протоном), так и в результате захвата позитрона из ЭЧВ. То, что

все перечисленные процессы имеют место в природных минеральных ассоциациях и отвечают за их эволюцию, подтверждается радиоизотопным анализом кварцево-золото-теллуридного, ураново-ванадиевого и чисто уранового парагенезисов (рис. 1). Эксперимент показал, что в геохимической жизни их участвуют изотопы, для которых характерны: альфа-распад (≈ 12 в первом типе минерализации и $\approx 24\%$ — во втором), позитронный распад ($\approx 28\%$ и $\approx 22\%$), бета-распад (1% и $\approx 8\%$) и К-захват ($\approx 34\%$ и $\approx 25\%$); подсчеты проведены с использованием таблиц М. Lederer (27).

Видно, что оба процесса взаимодействия метонных (протонных) струн с возбужденными ЭЧВ физического вакуума приведут к синтезу новых ядер. Именно таким путем может происходить образование ядер нептуния, плутония, америция, берклия и др. элементов в природных минеральных ассоциациях (15, 14) и накопление «чуждых» для самых различных парагенезисов. Понятно, что описанный выше механизм приводит к тому, что в природе непрерывно могут рождаться не только устойчивые, но и нестабильные радиоактивные ядра. Кроме того, описанная выше связь между нейтронами ядер увеличивает их устойчивость, что приведет к ослаблению радиоактивности ядер. Иначе, синтезируемые в природных условиях ядра будут существенно стабильнее полученных искусственно и время их распада будет большим. Примером, иллюстрирующим данный тезис, является факт наличия в отмеченных выше ассоциациях изотопов ^{75}Se (время жизни 118,5 дня), ^{239}U (23,4 мин), ^{240}Np (65 мин), ^{244}Bk (4,35 ч), ^{205}Po (1,8 ч), ^{201}Po (14,5 мин) и др. (16).

Описанные выше процессы лежат в основе механизма синтеза в природных условиях новых ядер, в том числе и радиоактивных. Тот же механизм может быть ответственен за процесс ослабления радиоактивного распада некоторых ядер, входящих в природные изотонические ряды. По-видимому, именно указанный механизм поведения ядер обуславливает тот факт, что в настоящее время отмечаются урановые и ураново-ванадиевые месторождения палеозойского возраста (200—250 млн. лет), не имеющие в то же время даже примеси таких элементов, как свинец, висмут, ртуть и др. Все они, однако, должны были бы присутствовать, если бы для данных руд процесс деления радиоактивных ядер происходил по обычной теоретической цепочке. Геохимическая практика показывает, что концентрация этих элементов в природных объектах такого типа не превышает сотых долей процента.

Описание количественных параметров охарактеризованных выше процессов выходит за рамки статьи, преследующей цель показать сам механизм проявления изотонических (нейтронных, межъядерных) связей. Однако следует упомянуть, что в теории фундаментального поля найдены формулы для расчета времени жизни как стабильных, так и нестабильных элементарных частиц. Например, вычислено время жизни протона, оказавшееся равным $3,42665 \cdot 10^{39}$ с.

Резюмируя изложенное выше, следует еще и еще раз подчеркнуть, что в геохимическом поведении элементов в природе и их накоплении и рассеянии особая роль принадлежит ядрам. С этих позиций необходимо рассматривать все сведения об «уникальности» отдельных месторождений, отличающихся, как правило, весьма сложным геологическим строением. Рассмотренные явления, по нашему мнению, должны впредь учитываться как при поисках месторождений полезных ископаемых, так и при оценке открытых месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войткевич Г. В., Закругкин В. В. Геохимия. 1973, 240, с. 2. Герловиц И. Л. Некоторые вопросы систематизации «элементарных» частиц. Деп. № 11—67, 1967. 3. Герловиц И. Л. Систематизация элементарных частиц и соображения об основах будущей теории. Препринт. ИТФ УССР. Киев, № 69—53. 4. Герловиц И. Л. Основы единой релятивистской теории фундаментального поля (ТФП). ГАО АН СССР, Деп. № 7084—73. 1973. 5. Герловиц И. Л., Протодьяко-

- нов М. М. Сб. ИФЗ АН СССР, 1974, с. 36. 6. Герловин И. Л., Крат В. А. Динамика и эволюция звездных систем. М., 1975. 7. Герлинг Э. К., Овчинникова Г. В. Геохр. Вост.-Европ. платф. и сокл. Кавк.-Карп. систем. 19 сессия, 1978, с. 249—251. 8. Денисов В. И., Логунов А. А. Итоги науки и техники, т. 21, М., 1982. 9. Дубинчук В. Т., Когенов А. В., Пеньков В. Ф. [и др.]. ДАН СССР, 1976, 231, с. 973—976. 10. Крат В. А., Герловин И. Л. ДАН СССР, т. 215, № 2, 1974, с. 305—306. 11. Марков В. А. ЖЭТФ, № 51, 1968, с. 378. 12. Протодьяконов М. М., Герловин И. Л. Электронное строение и физические свойства кристаллов. М., 1975, с. 375. 13. Протодьяконов М. М., Макаров Е. С. ДАН СССР, т. 248, 1979, с. 401. 14. Тимофеева Т. С., Протодьяконова З. М. Зап. Узб. отд. ВМО, № 23, 1970, с. 160—163. 15. Тимофеева Т. С. »Узб. геол. ж.», 1982, № 2, с. 80—88. 16. Тимофеева Т. С., Мусаева М. М., Рахимов Х. Р. [и др.]. »Узб. геол. ж.», 1983, № 4, с. 57—64. 17. Тугаринов А. И. Проблемы геохимии эндогенных процессов, 1977, с. 188—192. 18. Уклонский А. С. ДАН УзССР, 1959, № 11, с. 16—19. 19. Физика микромира. М., 1980. 20. Castagna P. Lette Nuovo cim. 22; N 5, 1978, 195. 21. Brookins D. G. Chem. Geol. v. 23, N 4, 1978, 309—323. 22. Hageman R. Surv. Open-File Rept., N 701., 1978, 157—158. 23. Kрат V. A., Gerlovин J. L. Astroph. and Spec. Sci. v. 26, 1978, 621. 24. Kрат V. A., Gerlovин J. L. Astroph. and Spec. Sci. v. 33, 1978, 5. 25. Kрат V. A., Gerlovин J. L. Astroph. and Spec. Sci, v. 34, 1978, 11. 26. Re-sami E. Irst. nuz. fis. nucl. Rept. N 2, 1978, 19. 27. Leberer M. Table of Isotopes. Toronto, 1978. 28. Ruffanelli Kennet. Phys. Rev. D, 17, N 2, 1978, 640. 29. Sinha K. P., Sivaram C., Sudarshan E. C. G. Fond. Phys. N 6, N 1, 1976, 65—70. 30. Teli M., Sutar V. Lette nuovo cim., 22, N 12, 1978, 496.

Институт геологии и геофизики
им. Х. М. Абдуллаева АН УзССР

Поступило
10. XII 1983 г.

УДК 550.4 : 546.34/36.42 : 553.493.5

У. РАХМЕДОВ

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРБОНАТИПОДОБНЫХ ПОРОД С РЕДКОЩЕЛОЧНЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ

Редкощелочное оруденение в своеобразных породах углеродисто-силикатно-карбонатного состава относилось исследователями (6) к нижней продуктивной осадочной подпачке вулканогенно-осадочной пачки липаритовой формации. По ним углисто-глинисто-карбонатные осадки накапливались в наиболее глубоких частях водного бассейна, сопряженных с зонами глубинных разломов, по которым циркулировали гидротермальные растворы, обогащенные фтором и редкими щелочами.

В результате изучения петрографического, минерального, геохимического составов, структурно-текстурных особенностей вышеупомянутые породы нами отнесены к типу карбонатитоподобных пород.

Мы приводим новые данные о количественном распространении Sr, Ba, редкощелочных элементов и изотопный анализ Sr^{87}/Sr^{86} , определяющие процессы эволюции системы кора—мантия, модель образования базальтовых магм. Соотношение Sr^{87}/Sr^{86} помогло в решении некоторых генетических вопросов.

Стронций и барий. Содержание Sr в кальцитах — характернейший признак карбонатитов (4, 5). По Е. А. Чернышевой, для карбонатитов Восточной Сибири обычно Sr колеблется от 1700 до 4750 г/т. Почти аналогично количество его в рассматриваемых карбонатитоподобных породах (таблица).

Ниже приведем содержание Sr и Ba в минералах карбонатитоподобных пород, г/т:

| | Минерал | Sr | Ba |
|-------------------|---------|------------|-----|
| 2363 | Кальцит | 3400 | 350 |
| 2368 | " | 2200 | 240 |
| 2399 | " | 2700 | 100 |
| 2399 ^a | " | 2100 | 250 |
| 2413 | " | 2300 | 550 |
| 2362 | Флюорит | 3000—10000 | 300 |

Примечание. Аналитик С. К. Ярошенко; прямой спектральный метод; Ин-т геохи-
СО АН СССР.