

О влиянии тектонических факторов на геохимию местности на примере Зилаирского синклинория Южного Урала

И. М. Фархутдинов

Башкирский государственный университет

Россия, Республика Башкортостан, 450076 г. Уфа, улица Заки Валиди, 32.

Email: iskhakgeo@gmail.com

В статье рассмотрено влияние тектонических факторов на геохимию местности на примере Зилаирского синклинория Южного Урала. Проанализировано содержание 25 химических элементов: Li, Be, B, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Sr, Y, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn, Ba, Pb, La, Bi, по донному опробованию из аллювиальных отложений водотоков по 280 пробам, из которых 16 были отобраны в пределах 300 м от тектонического нарушения, 264 – на расстоянии 3000 м и более. Установлено повышение концентрации B, V, Co, Ni, Pb, Ge, Cd, Ba в приразломной зоне, а также тенденция к возрастанию содержания большинства других исследованных химических элементов, что обусловлено, по-видимому, увеличением их доступности. Вместе с тем выявлено снижение уровня Y, Sc, La, что возможно связано с их способностью к образованию особо устойчивых соединений под действием термобарических факторов в зоне тектонического нарушения, что приводит к уменьшению доступности данных химических элементов.

Ключевые слова: тектоника, микроэлементы, геохимия, Южный Урал, Зилаирский синклинорий.

Введение

На сегодняшний день имеется целый ряд сведений о влиянии тектонических факторов – разломов, надвигов, сдвигов и других дислокаций, на геохимию горных пород и почв. Повышенная мобильность природных компонентов в зонах разрывных дислокаций установлена рядом авторов. Так, согласно результатам исследования Ю. Л. Ахкозова с соавторами [1], зоны разрывных нарушений характеризуются повышенной мобильностью воды, микроэлементов, радионуклидов и др., что подтверждается совпадением аномалий повышенной радиоактивности Подстепнянского месторождения гранитоидов Украинского щита с системой трещиноватости и с Шолоховско-Ингулецким разломом. По данным А. И. Перельмана [2], зоны разломов характеризуются повышенной концентрацией газов гелия, радона, метана. Концентрация испарений ртути также наблюдается вдоль зон тектонической активности, даже в тех местах, где разломы перекрыты более молодыми отложениями мощностью до 1.5 км.

Заслуживают внимания результаты Н. В. Лукиной и др., которые изучали приразломные зоны Тянь-Шаня и Памира и установили, что люцерны, растущие вдоль зон активных разломов, содержат в три раза более высокие концентрации марганца, мышьяка, циркона, ниобия и других тяжелых металлов по сравнению с произрастающими в отдалении [3]. Региональные геоэкологические исследования, геохимическое картирование на Западном Урале и в Приуралье, проведенные И. С. Копыловым, выявили большое количество геохимических аномалий (Pb, Zn, Cd, Be, P, As, Ni, Co, Cr, Mo, Cu, Sb, Mn, V, Ba, Sr, Sn, Ti, Zr, Ga), положение которых обнаруживает пространственную приуроченность к геодинамически активным зонам [4].

Изучение влияния геотектонических факторов на региональные особенности элементного статуса окружающей среды позволяет выяснять фундаментальные закономерности его формирования. Актуальность этой проблемы обоснована также значимостью микроэлементного профиля местности проживания для состояния здоровья населения, что показано в трудах целого ряда авторов [5–9].

Целью данной работы является изучение влияния тектонических нарушений на микроэлементный профиль местности на примере Зилаирского синклинория Южного Урала.

Материалы и методы

Исследование проведено в зоне Зилаирского синклинория Южного Урала, где детально закартированы тектонические дислокации [10–11] (рис. 1). С целью нивелирования влияния смены литологического состава связь геотектонических факторов с геохимией местности изучалась в области разлома, проходящего в породах зилаирской свиты и характеризующегося ритмичным переслаиванием граувакковых песчаников и алевролитов, черных аргиллитов, распространенных в пределах Зилаирского синклинория [12].

Проанализированы показатели концентрации 25 элементов в рыхлых донных отложениях: Li, Be, B, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Sr, Y, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn, Ba, Pb, La, Bi, из данных отчета о выполнении работ по объекту ГДП-200 листа N-40-XXVIII (Бурзянская площадь) [13]. Уфа. 2008. 354 с. Содержание химических элементов определялось методом спектрального анализа в Центральной комплексной лаборатории ОАО «Башкиргеология» по 280 пробам, из которых 16 были взяты в 300 метровой зоне от тектонического нарушений, 264 – на расстоянии более 3 км.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с применением пакета программ Statistica 10, Microsoft Excel 2007. Достоверными считались результаты при $p < 0.05$.

Результаты и их обсуждение

По результатам проведенного исследования были обнаружены различия в показателях содержания анализируемых химических элементов в приразломных зонах, что свидетельствует о значимой роли тектонического фактора в формировании микроэлементного профиля среды.

Обнаружено статистически значимое увеличение концентрации целого ряда элементов-примесей в зоне, близкой к разлому, в большинстве случаев с высокой степенью достоверности. Так, содержание В и V оказалось в 1.4 раза выше ($p=0.01$ и $p=0.000007$, соответственно); Co, Ni, Ge и Ba – в 1.3 ($p=0.001$, $p=0.006$, $p=0.009$ и $p=0.05$, соответственно); Pb и Cd – в 1.2 раза ($p=0.02$ и $p=0.008$, соответственно).

Полученные результаты согласуются с данными исследований о повышении содержания химических элементов в зоне тектонических дислокаций [2]. Согласно шарьяжно-надвиговой теории, в приконтактных зонах тектонических пластин происходит нарушение сплошности покровных структур, что облегчает миграцию элементов из глубинных пород, а также децелерация горных пород, что способствует повышению мобильности и биодоступности заключенных в породах элементов-примесей [14–17].

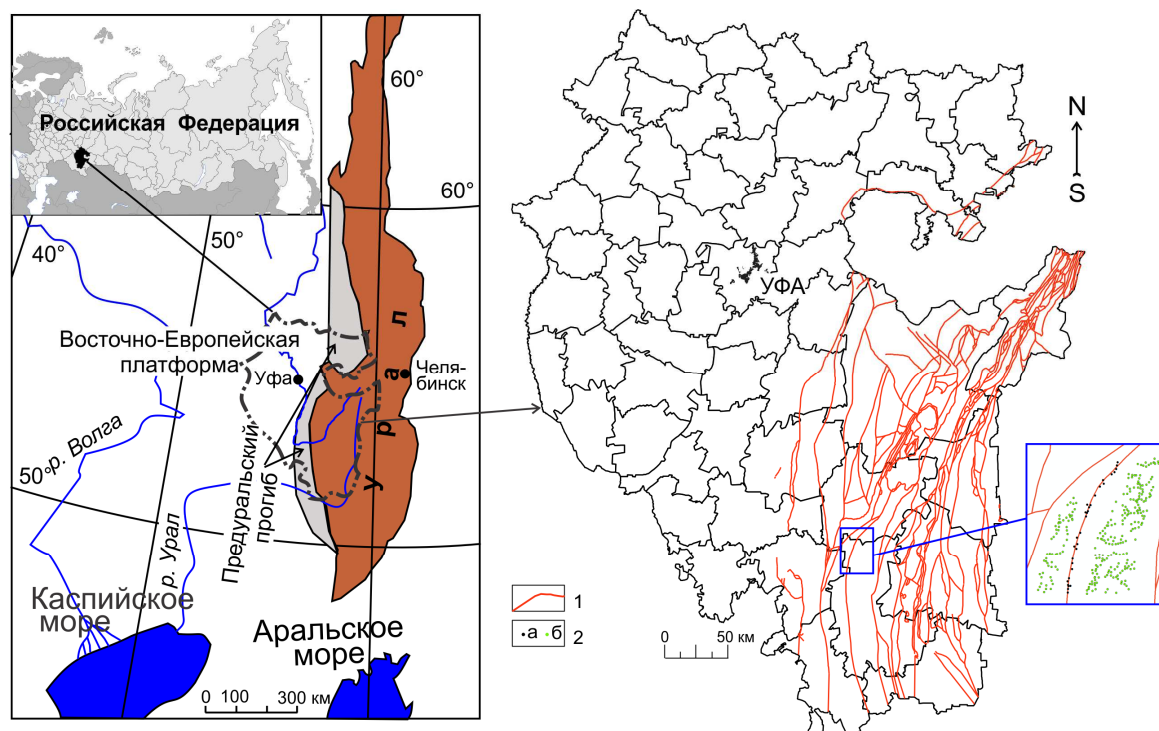


Рис. 1. Обзорная карта

Условные обозначения:

1 – тектонические нарушения; 2 – пробы, отобранные (а – в пределах 300 м от тектонического нарушения (приразломная зона); б – на расстоянии 3000 м и более.

Следует отметить, что тектонический фактор является основным при обновлении микроэлементного профиля местности и обеспечивается двумя основными механизмами. Первый механизм – это выведение более древних (архей-протерозой) и более тяжелых (ультраосновные породы океанической коры, глубинные интрузии магматических пород) горных пород на дневную поверхность. Второй механизм – вулканическая деятельность с излиянием лав, богатых химическими элементами, как известно вулканическая активность напрямую связана с тектоникой. После выведения глубинных пород на дневную поверхность происходит их постепенное разрушение, выветривание слагающих их минералов, в результате чего происходит обогащение местности элементами-примесями. Перемешивание химических элементов и выведение их на земную поверхность обеспечивают тектонические движения, в отсутствии которых за миллионы лет все более тяжелые минералы оказались бы погружены под многокилометровые толщи более легких минералов, и доступность элементов с большими атомными весами была бы невозможна.

Вместе с тем результаты исследования выявили, на первый взгляд, парадоксальное снижение содержания ряда химических элементов в приразломной зоне – Sc, Y и La – в 1.2 раза ($p=0.002$), в 1.4 ($p=0.04$) и в 33 раза ($p=0.000003$), соответственно (табл. 1).

Выявленное снижение концентрации Sc, Y и La в зоне разлома находит логичное объяснение с точки зрения химических особенностей данных редкоземельных элементов, относящихся к III группе химических элементов таблицы Д. И. Менделеева. Sc, Y и La в условиях высоких температур образуют сверхпрочные соединения, их оксиды практически не растворимы в воде. Так, температура плавления Sc, Y и La составляет, соответственно, 1540°C , 1500 и 647°C , в то время как температура плавления оксида скандия – 2489°C , оксида иттрия – 2425 и оксида лантана – 2315°C . Термобарические условия в зоне тектонической активности могут способствовать образованию тугоплавких соединений с редкоземельными элементами.

Заключение

Полученные результаты исследования геохимии местности в пределах Зилаирского синклинория Южного Урала в зависимости от дальности разлома свидетельствуют о важности тектонического фактора в формировании микроэлементного профиля среды. Установлено повышение концентрации B, V, Co, Ni, Pb, Ge, Cd, Ba в приразломной зоне, что, по-видимому, обусловлено увеличением доступности химических элементов в зоне тектонических дислокаций. Вместе с тем в приразломной зоне обнаружено снижение концентрации Sc, Y и La, что может быть связано со способностью редкоземельных элементов к образованию сверхпрочных соединений в термобарических условиях тектонических нарушений.

Таблица 1. Содержание химических элементов в зависимости от дальности тектонического нарушения.

Элемент	Содержание (мг/кг) в пробах, отобранных в пределах 300 м от тектонического нарушения	Содержания (мг/кг) в пробах на расстоянии более 3000 м от тектонического нарушения
Ti	266.67	248.86
P	59.33	56.36
Mn	143.33	142.20
Li	3.07	2.30
B	1.53	1.13
V	17.00	12.05
Cr	13.93	14.23
Co	2.67	2.11
Ni	6.73	5.30
Cu	5.20	4.97
Zn	10.27	9.92
Ga	1.67	1.63
Zr	16.33	15.53
Ba	12.00	9.30
Pb	3.20	2.73
Be	0.06	0.07
Sc	0.25	0.31
Ge	0.13	0.10
Sr	0.40	0.01
Y	0.42	0.58
Mo	0.10	0.10
Ag	0.00	0.01
Cd	0.11	0.09
Sn	0.53	0.47
La	0.01	0.33
Bi	0.12	0.11
Au	0.00	0.00

Примечание: жирным шрифтом выделены статистически значимые различия в содержании химических элементов ($p < 0.05$).

Литература

1. Ахкозов Ю. Л. и др. Неотектонические движения как фактор, определяющий радиационно-гигиенические свойства гранитов // Геолого-Мінералогічний Вісник. 2008. №2 (20). С. 4–11.
2. Перельман А. И. Геохимия. М.: Высшая Школа, 1989. 528 с.
3. Trifonov V. G., Karakhanian A. S. Active faulting and human environment // Tectonophysics. 2004. Т. 380. №3–4. С. 287–294.
4. Копылов И. С. Геоэкологическая роль геодинамических активных зон // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. №7. С. 67–71.
5. Фархутдинова Л. М. Зоб как биогеохимическая проблема // Доклады Академии Наук. 2004. Т. 396. №5. С. 705–706.
6. Рихванов Л. П. и др. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. Томск: ТПУ, 2006. 216 с.
7. Lindh, Ulf. 2013. Biological functions of the elements. Essentials of Medical Geology. Chief editor Olle Selinus. Springer Netherlands. Pp. 129–177.
8. Фархутдинов И. М., Фархутдинова Л. М. Геоэкологические аспекты проблемы сахарного диабета 2-го типа // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. Т. 21. №1 (81). 2016. С. 38–45.
9. Фархутдинов И. М., Фархутдинова Л. М., Суфияров Р. С. Региональные геологические факторы и сахарный диабет // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. Т. 327. №3. 2016. С. 38–46.
10. Камалетдинов М. А. Новые данные о геологическом строении Южного Урала // Доклады АН СССР. Т. 162. №6. 1965. С. 1356–1359.
11. Камалетдинов М. А., Кудашев А. Ш. О новых надвигах на западном склоне Урала // Геотектоника. 1968. №2. С. 124–128.
12. Исмагилов Р. А. Геология и перспективы нефтегазоносности Зилаирского синклиория Южного Урала. Уфа: АНРБ, Гилем, 2012. 184 с.
13. Князев Ю. Г., Князева О. Ю., Быкова Л. С. Отчет о выполнении работ по объекту ГДП-200 листа N-40-XXVIII (Бурзянская площадь). Уфа. 2008. 354 с.
14. Камалетдинов М. А., Степанов В. П., Жуков И. М., Кавеев И. Х., Постников Д. В. Шарьяжно-надвиговая тектоника Волго-Уральской области. М.: Наука, 1990. 149 с.
15. Камалетдинов М. А. Новая геология (теория шарьяжей) // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. 1998. №3. С. 10–23.
16. Камалетдинов М. А. Современная теория шарьяжей // Геологический Сборник ИГ УНЦ РАН. 2001. №2. С. 29–37.
17. Исмагилов Р. А., Фархутдинов И. М., Фархутдинов А. М., Фархутдинова Л. М. Шарьяжно-надвиговой теории – 50 лет // Природа. №12. 2015. С. 50–59.

Статья рекомендована к печати кафедрой геологии и геоморфологии БашГУ
(к.г.-м.н., доцент М. Ю. Аржавитина)

About the influence of tectonic factors on the geochemistry of the area by the example of the Zilair Synclinorium of the Southern Urals

I. M. Farkhutdinov

Bashkir State University

32 Zaki Validi Street, 450074 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.

Email: iskhakgeo@gmail.com

The article considers the influence of tectonic factors on the geochemistry of the area by the example of Zilair Synclinorium of the Southern Urals. Contents of 25 elements were analyzed: Li, Be, B, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Sr, Y, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn, Ba, Pb, La, Bi by the 280 samples of alluvial deposits, of which 16 were selected within 300 meters from the tectonic dislocation, 264 – at a distance of more than 3 km. Increasing of concentration was set for the elements B, V, Co, Ni, Pb, Ge, Cd, Ba. However, the reduction was detected for Y, Sc, La in tectonic zone, which may be due to the ability of these chemicals to the formation of particularly stable compounds under the action of pressure and temperature factors.

Keywords: tectonics, minerals, geochemistry, Southern Urals, Zilair Synclinorium.