

РЕЗУЛЬТАТЫ Rb-Sr-ДАТИРОВАНИЯ СУБЩЕЛОЧНЫХ ГРАНИТОВ ГАЗЕТИНСКОГО МАССИВА (СРЕДНИЙ УРАЛ)

В.Н. Смирнов*, К.С. Иванов*, В.И. Богатов**

**Институт геологии и геохимии Уральского отделения РАН
620016, Екатеринбург, Почтовый пер., 7*

E-mails: smirnov@igg.uran.ru, ivanovks@igg.uran.ru

***Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов
121357, Москва, ул. Вересаева, 15*

E-mail: vsbogatov@yandex.ru

Поступила в редакцию 31 июня 2003 г.

Изохронным Rb-Sr-методом датированы субщелочные граниты Газетинского массива, по содержанию главных петрогенных элементов полностью аналогичные породам монцодиорит-гранитной ассоциации Урала, общепризнанным эталоном которой является Степнинский массив, но заметно отличающиеся количеством таких типоморфных для нее элементов, как F и Rb. Согласно результатам этих исследований, возраст пород – 278 ± 18 млн лет, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 = 0,70472 \pm 0,00018$. Полученные данные показывают, что Газетинский массив сформировался на протяжении того же эпизода субщелочного магматизма, что и типичные монцодиорит-гранитные массивы Урала. Судя по имеющимся к настоящему времени датировкам, рассматриваемый эпизод субщелочного магматизма охватывал сравнительно непродолжительный период времени – от 285 до 275 млн лет назад.

Ключевые слова: *Rb-Sr-датирование, субщелочные граниты, Урал.*

Rb-Sr-DATING RESULTS OF GAZETINSKYI MID-ALKALINE GRANITES MASSIF (MIDDLE URALS)

V.N. Smirnov*, K.S. Ivanov*, V.I. Bogatov**

**Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS*

*** Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare Elements*

Mid-alkaline granites of Gazetinskyi massif, by a number of features similar to monzodiorite-granite type intrusions (but not being their full analogue) have been dated with Rb-Sr isochronous method. According to the results of these researches the age of rocks is 278 ± 18 MA, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 = 0,70472 \pm 0,00018$. The data obtained means that the Gazetinskyi massif had been formed during the same stage of mid-alkaline magmatism, as typical monzodiorite-granite massifs, which standard is the Stepninskyi one. According to the available data the considered magmatism stage enveloped a short period of time – from 285 to 275 MA age.

Key words: *Rb-Sr-dating, mid-alkaline granites, Urals.*

Субщелочные интрузии завершающих этапов развития подвижного пояса широко распространены по всей территории восточного склона Урала. Их общепризнанным эталоном является Степнинский монцодиорит-гранитный массив. Монцодиорит-гранитные интрузии образуют протяженные пояса, занимающие кососекущее положение по отношению к преобладающему простиранию уральских

структур, что свидетельствует об образовании контролируемых их разрывных нарушений после главных фаз тектонических движений. Результаты радиологического датирования монцодиорит-гранитных массивов подтверждают этот вывод. Образование преобладающей их части, согласно этим данным, произошло в ранней перми [Ронкин и др., 1988; Смирнов, Калеганов, 1997; Ронкин и др., 1997; Bea et al.,

2000; Смирнов, Калеганов, 2001], а порфировидные граниты Аргазинского массива, по результатам К-Аг-датирования, имеют мезозойский возраст (247 ± 5 млн лет) [Бушляков, Баженов, 1999]. Наряду с типовыми монцодиорит-гранитными интрузиями на Среднем Урале встречаются также близкие им по петрохимическим особенностям массивы субщелочных гранитов. Наиболее хорошо изученным среди них является Газетинский массив, основные особенности которого кратко рассмотрены ниже. В результате К-Аг датирования гранитов этого массива получены устойчивые мезозойские цифры возраста (238–249 млн лет) [Смирнов, Калеганов, 2001]. Наблюдаемая разница в изотопных датировках пород субщелочных массивов могла быть обусловлена двумя причинами.

Во-первых, можно предположить наличие двух этапов субщелочного магматизма: раннепермского, на протяжении которого произошло формирование монцодиорит-гранитных интрузий, и раннемезозойского, с которым было связано внедрение субщелочных гранитных тел. Во-вторых, выявленные различия могут быть результатом омоложения возраста пород под влиянием наложенных термальных процессов. В связи с этим возникла необходимость проверки К-Аг-датировок пород Газетинского массива изохронным Rb-Sr-методом.

Газетинский массив расположен в 50 км юго-восточнее г. Екатеринбурга, на правом берегу р. Исети, вблизи места ее слияния с р. Сысертью (рис. 1а). На современном эрозионном срезе массив имеет неправильную слегка удлиненную форму, протягиваясь в субмеридиональном направлении на 13 км при ширине около 7–8 км. Вмещающие Газетинский массив образования представлены интенсивно деформированными на протяжении коллизионного этапа развития силурийскими и девонскими комплексами островодужного типа. Контакты массива с породами рамы на значительном протяжении осложнены разрывными нарушениями, но признаков деформаций внутри самого массива практически не наблюдается. Определяющей чертой химизма гранитоидов Газетинского массива является повышенное количество щелочей. Их общее содержание ($K_2O + Na_2O$) обычно выше 8 % (рис. 2). Как правило, калий незначительно преобладает над натрием. Наиболее широко распространены субщелочные биотитовые и мусковит-биотитовые граниты, на долю которых приходится не менее 70 % от всего количества пород. Около 30 % площади массива занимают тела субщелочных лейкогранитов, прорывающие граниты главной фазы. Незначительную часть (1–2 %) составляют монцодиориты, кварцевые монцониты, а также породы нормальной щелочности, образующие ксеноли-

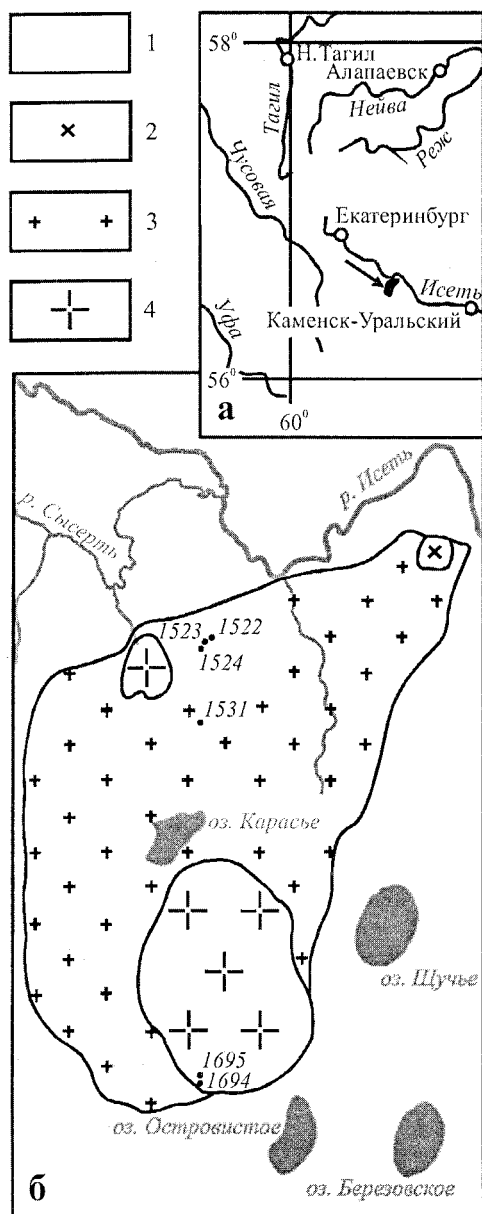
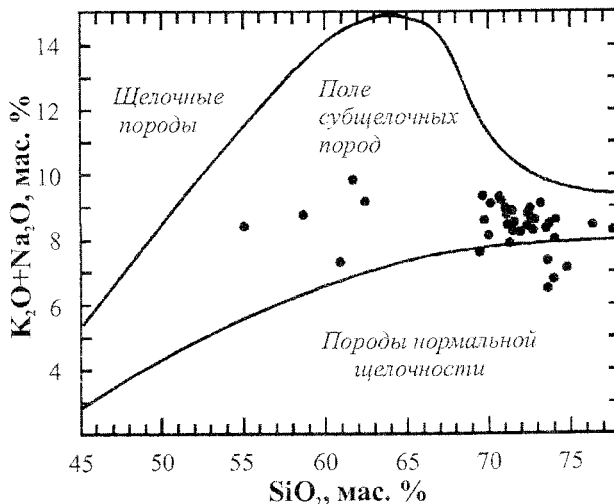


Рис. 1. Схема расположения Газетинского массива (а) и точек отбора проб для Rb-Sr-датирования (б).

1 – силурийские и девонские вмещающие породы островодужного типа, 2 – кварцевые диориты, 3 – субщелочные граниты, 4 – субщелочные лейкограниты.

Рис. 2. Положение пород Газетинского массива на классификационной диаграмме $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$, используемой для разделения магматических образований на щелочные, субщелочные и нормальной щелочности [Классификация ..., 1981].



ты в субщелочных гранитах и одно небольшое (около 1 км в поперечнике) тело, сложенное кварцевыми диоритами, в северо-восточной части массива (рис. 1б).

Обладая главной отличительной чертой образований, слагающих монцодиорит-гранитные массивы Урала – субщелочным типом химизма с незначительным преобладанием калия над натрием, Газетинский массив имеет отчетливо выраженные особенности по сравнению с эталонными объектами этого типа. Рассматриваемый массив отличается отсутствием характерной для подавляющего большинства монцодиорит-гранитных массивов субизометричной формы с элементами концентрически-зонального строения, крайне незначительным развитием средних и умеренно-кислых пород, которые обычно широко представлены и часто преобладают в составе таких массивов, а также пониженными значениями магнитного поля. Кроме того, породы этого массива имеют более низкие содержания некоторых типоморфных для монцодиорит-гранитных комплексов элементов, таких, например, как фтор и рубидий. Наличие перечисленных особенностей, а также молодых K-Ar-датировок, позволяли предполагать, что породы Газетинского массива представляют собой самостоятельную ассоциацию субщелочных пород более молодого возраста, чем Степнинский и другие аналогичные ему массивы.

Для проведения изотопных исследований в разных частях Газетинского массива было отобрано 6 проб из преобладающих в его составе гранитов и лейкогранитов (рис. 1б). Аналитические работы выполнялись в лаборатории ИМГРЭ. Концентрации Rb, Sr и соответствующие изотопные составы определялись методом

изотопного разбавления с использованием смешанного трассера $^{85}\text{Rb} + ^{84}\text{Sr}$. Навески для изотопного анализа составляли 10–20 мг. Разложение образцов и хроматографическое выделение Rb и Sr выполнено по стандартной методике [Костицын, 1991]. Изотопный анализ проводился на масс-спектрометре МИ-1201Т. Величина холостого загрязнения в лаборатории составляла: Rb менее 0,02 нг, Sr не более 0,1 нг. Средние значения изотопных отношений в стандарте SRM-987 по 5 анализам равнялись: $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}) = 0,710228 \pm 53$ и $(^{84}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}) = 0,056486 \pm 66$ (указанные погрешности соответствуют 95 % доверительному интервалу). Расчеты эволюционных зависимостей производились методом Д. Йорка [York, 1966]. Во всех расчетах использовалась общепринятая константа распада рубидия $-1,42 \times 10^{-11} \text{ лет}^{-1}$ [Steiger & Jager, 1977].

Экспериментально полученные Rb-Sr данные приведены в таблице. Построенная на основе этих данных эволюционная зависимость ($\text{MSWD} = 3,4$) максимально отвечает III модели Макинтайра [McIntyre et al., 1966], предполагающей определенную независимость геохимической дисперсии отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ от дисперсии величины $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$, определяя изотопный возраст 278 ± 18 млн лет при величине первичного отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, равной $0,70472 \pm 0,00018$ (рис. 3).

Полученная датировка значительно древнее имевшихся ранее K-Ar-определений. Наиболее вероятной причиной различий в результатах датирования разными изотопными методами, считается омоложение возраста под влиянием наложенных термальных воздействий. Известно, что в процессах преобразований пород рубидий-стронциевая изотопная система,

Рубидий-стронциевые данные для субщелочных гранитов Газетинского массива

Номера образцов	Rb, ppm	Sr, ppm	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	+/-2s	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	+/-2s
Co-1524	62,8	739	0,2460	0,0025	0,70566	0,000071
Co-1523	93,2	629	0,4288	0,0043	0,70639	0,000071
Co-1695	142	374	1,1018	0,0110	0,70899	0,000071
Co-1531	110	313	1,0185	0,0102	0,70882	0,000071
Co-1694-1	117	372	0,9061	0,0091	0,70832	0,000071
Co-1522	97	557	0,5058	0,0051	0,70680	0,000071

как правило, более устойчива по сравнению с калий-аргоновой [Левский, 1989 и др.]. В связи с этим есть все основания считать, что более древнее значение возраста, полученное Rb-Sr методом, отражает время образования гранитоидов. Молодые же (раннетриасовые) К-Аг-датировки, скорее всего, фиксируют какое-то более позднее событие, оказавшее термальное воздействие на изученные породы. В раннем триасе Урал пережил этап ограниченного пост-коллизийного растяжения [Иванов и др., 2002 и др.], обусловившего образование угленосных впадин, а также базальтовый, реже контрастный базальт-риолитовый, вулканизм, интенсивность которого возрастает с запада на восток, т.е. в сторону Западно-Сибирского мегабассейна. По всей вероятности, именно с этапом пост-коллизийного растяжения мог быть связан «повторный запуск К-Аг часов». Возможно, это произошло в процессе тектонической экзгумации (подъема) уже консолидированных раннепермских гранитных массивов.

Результаты Rb-Sr-датирования показали, что по времени образования Газетинский мас-

сив субщелочных гранитов не отличается от типичных интрузивов монцодиорит-гранитного типа, таких как Степнинский. По-видимому, с достаточной долей уверенности можно предполагать, что упоминавшиеся выше мезозойские датировки порфировидных гранитов Аргазинского массива, так же как и промежуточные значения возраста, полученные для преобладающей части гранитоидов Аргазинского (среднее – 265 млн лет), Увильдинского (262 млн лет) [Бушляков, Баженов, 1999] и некоторых других массивов, являются результатом наложенных термальных воздействий. На это указывает значительный разброс цифр К-Аг-возраста в пределах одного массива (т.е. нарушение К-Аг изотопной системы), а также наличие различий между значениями возраста, полученными К-Аг и Rb-Sr методами, которые наблюдаются практически во всех изучавшихся массивах. Судя по наиболее надежным из имеющихся к настоящему времени изотопных данных (сходящиеся значения возраста, полученные несколькими методами, или Rb-Sr-изохрона хорошего качества), внедрение интрузий субщелочного состава происходило в течение сравнительно короткого промежутка времени – 275–285 млн лет.

В связи с появлением новых возрастных данных заслуживает упоминания и вопрос о формационной принадлежности Газетинского массива. По мнению ряда исследователей, перечисленные выше отличия Газетинского массива от типичных монцодиорит-гранитных интрузий имеют принципиальное значение, след-

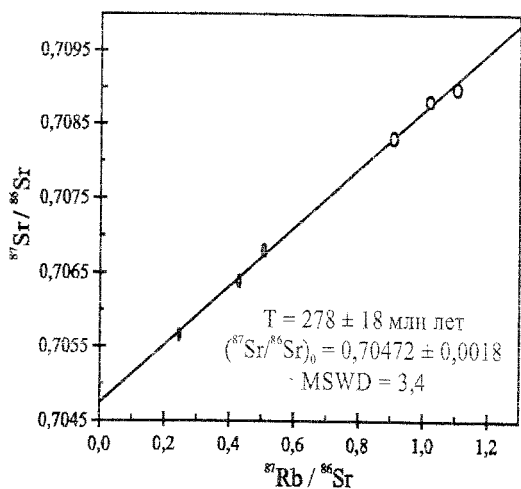


Рис. 3. Эволюция изотопов стронция в субщелочных гранитах Газетинского массива.

ствие чего слагающие этот массив образования не могут быть отождествлены с монцодиорит-гранитной ассоциацией и должны выделяться в качестве самостоятельного интрузивного комплекса. Не углубляясь в обсуждение этого вопроса, который, возможно, еще долгое время будет оставаться предметом дискуссии, отметим следующее. При любом подходе к этой проблеме важно осознавать, что образование обеих обсуждавшихся в настоящей работе разновидностей интрузивных тел (Газетинского массива субщелочных гранитов и монцодиорит-гранитных интрузий, подобных Степнинской) относится к одному и тому же эпизоду субщелочного магматизма, проявившемуся около 280 млн лет назад.

Авторы признательны Ю.Л. Ронкину за ценные советы и плодотворное обсуждение изложенных в статье данных.

Исследования проводятся при финансовой поддержке РФФИ (проекты 01-05-65184, 02-05-96432) и гранта «Ведущие научные школы» (НШ-85.2003.5).

Список литературы

Бушляков И.Н., Баженов А.Г. Геохимия галогенов в гранитоидах и метаморфитах Ильменогорского комплекса. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. 74 с.

Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Смирнов В.Н., Слободчиков Е.А. Рифтогенез на Среднем Урале. Путеводитель геологических экскурсий Международной научной конференции «Рифты литосферы». Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. 91 с.

Классификация и номенклатура магматических горных пород. М.: Недра, 1981. 160 с.

Костицын Ю.А. Rb-Sr изотопная система в гранитах Алтынтау (Центральные Казылкумы):

открытая в породах и закрытая в полевых шпатах // Геохимия. 1991. № 10. С. 1437–1443.

Левский Л.К. Современные проблемы изотопной геологии // Изотопная геохронология докембрия. Л.: Наука, 1989. С. 5–14.

Ронкин Ю.Л., Краснобаев А.А., Ферштатер Г.Б. и др. Изотопы Rb, Sr – индикаторы эволюции магматизма Джабык-Карагайского плутона // XIV семинар «Геохимия и физико-химическая петрология магматизма». Тезисы докладов. М., 1988. С. 171.

Ронкин Ю.Л., Смирнов В.Н., Лепихина О.П., Шекунова О.С. Возрастное положение и генезис монцодиорит-гранитной формации восточного склона Среднего Урала: Rb-Sr изотопные ограничения // Магматизм, метаморфизм и глубинное строение Урала. Тезисы докладов VI Уральского петрографического совещания. Часть 2. Екатеринбург: УрО РАН 1997. С. 193–196.

Смирнов В.Н., Калеганов Б.А. Результаты K-Ar-датирования монцодиорит-гранитных массивов Шиловско-Коневского района (Средний Урал) // Ежегодник-1996 ИГГ. Екатеринбург: УрО РАН 1997. С. 150–151.

Смирнов В.Н., Калеганов Б.А. Результаты K-Ar-датирования монцодиорит-гранитных массивов Урала // Докл. АН. 2001. Т. 376. № 3. С. 379–381.

Bea F., Fershtater G.B., Montero P., Smirnov V.N. The Stepninsk pluton: a key for understanding the lack of collapse of Uralian orogen // Europroba Timpebar-Uralides workshop abstracts, St. Peterburg, 2000. P. 4–5.

McIntyre G.A., Brooks C., Compston W. and Turek A. The statistical assessment of Rb-Sr isochrons // Jour. Geophys. Res., 1966. V. 71. P. 5459–5468

Steiger R.H., Jager E. Subcommission of Geochronology: convention of the use decay constants in geo- and cosmochronology // Earth and Planet Sci. Lett., 1977. V. 36. N. 3. P. 359–362.

York D. Least-squares fitting of a straight line // Canadian Journal of Physics. 1966. V. 44. P. 1079–1086.

Рецензент доктор геол.-мин. наук А.А. Краснобаев