

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/297488275>

Centrifugal method of production of zirconium microsamples for isotope dating of rocks

Article · January 2001

CITATION

1

READS

44

5 authors, including:



S. N. Rudnev

Sobolev Institute of Geology and Mineralogy

82 PUBLICATIONS 1,078 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Nikolai Kruk

Sobolev Institute of Geology and Mineralogy

107 PUBLICATIONS 1,171 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



A multidisciplinary study of Pacific-type orogenic belts and development of a holistic model linking evolution of oceans, their active margins and mantle magmatism
[View project](#)

УДК 524.45.17

**ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ЦИРКОНОВЫХ
МИКРОНАВЕСОК ДЛЯ ИЗОТОПНОГО ДАТИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД**

А. А. Айриянц, С. Н. Руднев, Н. Н. Крук, А. Г. Владимиров, Т. С. Юсупов

*Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии СО РАН,
пр. акад. Коптюга, 3, 630090, г. Новосибирск, Россия*

Разработан метод гравитационного выделения из горных пород тяжелых акцессорных минералов с использованием концентратора "Knelson". Сравнение с традиционными способами извлечения цирконов из гранитов свидетельствует о достоверности и экспрессности предлагаемого метода.

Гравитационные методы, концентратор "Knelson", концентрационный стол, тяжелые жидкости, циркон, изотопное датирование

ВВЕДЕНИЕ

Проблема выделения акцессорных минералов является актуальной, особенно в проведении изотопных исследований. В связи с невысоким содержанием циркона в исходных породах для получения необходимой навески приходится проводить объемное опробование (пробы от 10 до 100 кг), что создает ряд трудностей.

Существует два основных способа извлечения цирконовых концентратов в лабораторных условиях: обогащение на концентрационном (гравитационном) столе и в тяжелых жидкостях. В обоих случаях раздробленную горную породу предварительно разделяют на узкие гранулометрические классы, затем из каждого по отдельности выделяют тяжелый концентрат. Наиболее распространено обогащение на гравитационном столе, позволяющее получать циркониевые пробы разного объема. Недостаток этого метода в том, что при флотации из-за низкой смачиваемости в воде происходит потеря циркона, особенно мелких фракций [1].

Использование тяжелых жидкостей (бромформы) дает наибольший выход концентрата, но является дорогостоящим и вредным. Однако этот способ удобен, когда исследуемая проба имеет малый объем или высокую концентрацию циркона. Вследствие предварительной отмывки шламовой фракции в воде и слипания мелких частиц с легкими порообразующими минералами, циркон может быть потерян.

Авторами данной статьи апробирован новый метод обогащения циркона с применением концентратора фирмы "Knelson" (Канада), основанный на принципе центробежной сепарации в искусственном гравитационном поле 60g с пульсирующим противотоком воды на слое из зерен минералов. Лабораторные и промышленные модели концентраторов "Knelson" до настоящего времени использовались только для выделения ртути и благородных металлов, в том числе тонкодисперсного самородного золота [2].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнение качества извлечения цирконов на гравитационном столе и с помощью концентратора “Knelson” проводилось на примере пробы гранитов Шумихинского массива (Красноярский край), характеризующейся повышенным содержанием циркона, магнетита и других акцессорных минералов. С целью установления более точного количества акцессорного циркона в пробе был дополнительно применен метод прямого выделения в бромформе.

Измельчение исходной пробы гранитов проходило на лабораторной щековой дробилке до фракции -0.5 мм в несколько стадий, и после каждой осуществлялся сухой отсев на сите 0.5 мм с повторением дробления [1]. Данная методика позволяет минимизировать механические разрушения зерен цирконов и других акцессорных минералов, что имеет важное значение для последующих работ по U-Pb изотопному датированию циркона.

Измельченный до -0.5 мм материал был разделен с помощью аппарата Джонсона на три равные части (по 6195 г). Каждая циркониевая проба параллельно обогащалась в бромформе (CHBr_3), на лабораторном концентрационном столе и с использованием аппарата “Knelson” (КС-3МД). Для улучшения качественно-количественных показателей обогащения пробы классифицировали на гранулометрические группы: $-0.5+0.25$; $-0.25+0.16$ и -0.16 мм. Аналогичная предварительная процедура на концентраторе “Knelson” не проводилась, так как эффективность центробежного метода в меньшей степени зависит от классификации вещества. Полученные цирконсодержащие концентраты высушивались, взвешивались, очищались от магнитных и электромагнитных минералов. Для дифференцированного анализа циркон перед взвешиванием разделяли на более узкие классы по крупности и морфологии: $-0.16+0.10$; $-0.10+0.05$ и -0.05 мм, так как во всех пробах он оказался мельче 0.16 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В тяжелой жидкости за 10 ч работы выделено 1073 мг циркона и израсходовано 2.3 л бромформы. Извлечение на гравитационном столе проводилось по методике, описанной в [1]. На первом этапе проба была разделена на легкую фракцию и промпродукт, который очищался еще дважды. Шламная фракция не улавливалась из-за высокой обводненности слива. В результате процедуры, общая продолжительность которой составила 4 ч, получено 138 г концентрата. Выделение циркона с помощью “Knelson” проводилось на лабораторной модели КС-3МД, интенсивность работы соответствовала техническим возможностям оборудования (не более 45 кг твердого материала в час). Доля твердого материала в питающей пульпе варьировалась от 0 до 75% по массе, что также отвечает техническим характеристикам аппарата. С учетом небольшого объема материала, преобладания в пробе тонких классов и незначительной разницы в плотностях между цирконом и породообразующими минералами применялся “мягкий” режим настройки рабочего давления. После формирования слоя цирконовых зерен в зоне осаждения давление пульсирующего потока воды регулировалось в пределах 0.8 ± 0.1 кПа. В таком режиме из первичной пробы менее чем за 1 ч получено четыре концентрата со средней массой 80 г. Показатели извлечения циркона приведены в таблице.

ТАБЛИЦА. Характеристики продуктов обогащения

Метод выделения	Фракции циркона (мм) и их выход (мг)				Масса концентрата, г
	$-0.16+0.10$	$-0.10+0.05$	-0.05	сумма	
Выделение в бромформе	229	727	117	1073	6195 (соответствует исходной пробе)
Обогащение на гравитационном столе	63	307	50	420	138
Сумма концентратов “Knelson”	81	341	64	486	320

Из рис. 1 видно, что в пробах преобладает акцессорный циркон размером 0.05–0.1 мм. Это подтверждается описанными методами разделения, но отмечаются некоторые отличия. Концентраты гравитационного стола и “Knelson” обогащены классами –0.1+0.05 и –0.05 мм относительно фракций, выделенных в бромформе. Едва ли это связано с худшей извлекаемостью крупных классов аппаратными способами, точнее данный факт можно объяснить потерями мелкого циркона при отсадке в бромформе. Полученный концентрат “Knelson” богаче классами –0.16+0.1 мм и –0.05 мм по сравнению с продуктом гравитационного стола. Следовательно, концентрат “Knelson” обеспечивает наиболее близкое к исходной пробе соотношение классов, т. е. более достоверное, чем при двух других методах.

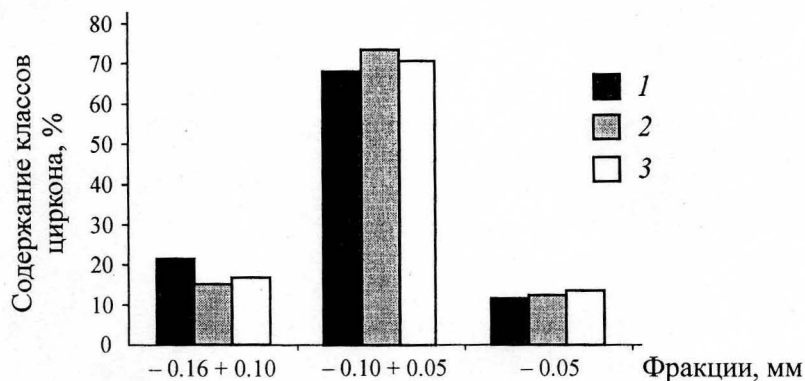


Рис. 1. Распределение классов крупности циркона по результатам разделения: 1 — выделение в бромформе; 2 — обогащение на концентрационном столе; 3 — извлечение на концентрате “Knelson” (сумма 4-х концентратов)

Сравнение абсолютного обогащения классов крупности циркона концентрационного стола и модели КС-3МД (наравне с извлеченными в бромформе фракциями, приведенными к 100%) показано на рис. 2. В концентратах гравитационного стола и “Knelson” накоплено около 40% циркона, однако выделение тонких классов (–0.05 мм) на концентрате происходит более эффективно. Этот вывод согласуется с вышеизложенными положениями.

Если принять за 100% извлечение различных классов цирконов на аппарате “Knelson”, тогда применение других методов приведет к закономерному снижению уровня циркона от крупных классов к более мелким. Для U-Pb изотопного датирования цирконов достоверность соотношения его гранулометрических фракций предпочтительнее степени извлечения [3].

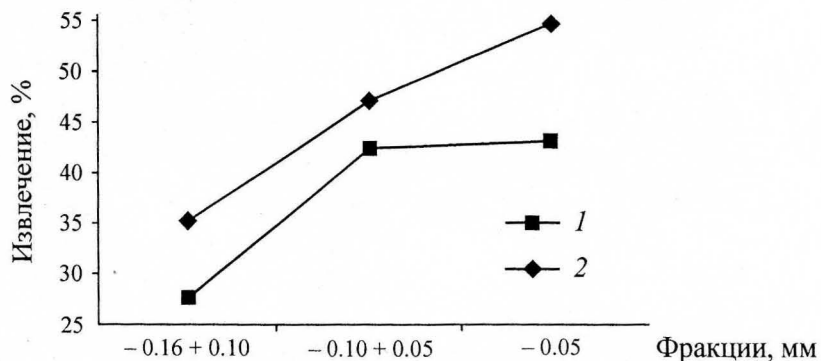


Рис. 2. Нормированное по извлечению в бромформе содержание классов крупности циркона: 1 — концентрационный стол; 2 — концентрат “Knelson” (сумма 4-х концентратов)

Важной характеристикой конечного продукта является степень содержания в нем полезного компонента. Концентрация циркона в исходной пробе (по бромформе) составила 173 мг/кг. Наиболее богатым оказался концентрат гравитационного стола (3043 мг/кг), по сравнению с ним суммарный (за четыре стадии обогащения) концентрат аппарата "Knelson" беднее в два раза (1519 мг/кг). Полагаем, что на это повлияло высокое содержание в исходной пробе магнетита, который практически не влияет на потери циркона в бромформе и на концентрационном столе. В центробежном разделении пульсирующего противотока воды (принцип работы концентратора "Knelson") более тяжелые минералы непрерывно вытесняют менее плотные. Преимущественное накопление слоя магнетита (плотность 5.18 г/см^3) негативно воздействует на выделение циркона (плотность 4.62 г/см^3). Улучшение эффективности его обогащения на концентрате "Knelson" может быть достигнуто после предварительного извлечения из пробы магнитных минералов и железного скрапа. Для сравнения методов предварительная магнитная сепарация не выполнялась, однако результаты по другим подобным пробам показывают, что количество цирконов в концентрационном конусе аппарата "Knelson" резко возрастает.

ВЫВОДЫ

Первый опыт использования центробежного концентратора "Knelson" для получения цирконов дал положительные результаты. Количество извлеченного циркона превышает степень содержания его в аналогичном продукте гравитационного стола. При этом повышается выход тонких классов, что является важным в работе по U-Pb изотопному датированию. Кроме того, значительно сокращается время обработки проб, снижаются трудозатраты, не требуются дорогостоящие и токсичные реагенты. Портативность, экономичность, легкость настройки центробежного концентратора, а также экологическая безопасность работы дают возможность рассматривать его в качестве составной части полевого комплекса, который планируется изготовить в перспективе. Для его создания потребуется дополнительное оборудование по измельчению, рассеву и магнитной сепарации компонентов, которое позволило бы не только резко сократить объем отбора геохронологических проб, но непосредственно в экспедиционных условиях получить цирконовые концентраты, классифицировать их и провести оптическую диагностику в целях изотопного датирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ляхович В. В. Рациональная методика извлечения акцессорных минералов из гранитоидов. — М.: Недра, 1966.
2. Макаров В. А. Золото техногенных россыпей Красноярского края // Разведка и охрана недр. — 1997. — № 10.
3. Ляхович В. В. Редкие элементы в акцессорных минералах гранитоидов. — М.: Недра, 1979.

Поступила в редакцию 13/VII 2001