

В. А. РУДНИК, Э. В. СОБОТОВИЧ

СВИНЦОВО-ИЗОХРОННЫЙ МЕТОД СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (НА ПРИМЕРЕ ДОКЕМБРИЯ АЛДАНСКОГО ЩИТА)

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 2 VI 1970)

Основой периодизации глубоко метаморфизованных горных пород, также как и их стратиграфического расчленения, является Pb—Pb- и Pb—Th-изохронные методы датирования основных плагиоклазовых кристаллических ортосланцев по валовым пробам, без видимых следов наложенных процессов (*). При этом необходимым условием соответствия Pb—Pb-изохронного возраста метаморфических пород времени их образования является прохождение Pb—Pb-изохрон этих пород в их 95% доверительных границах через точку изотопного состава современного свинца. Координаты точки при $(\sigma_x)_{95\%}$: $Pb^{206}/Pb^{204} = 18,24 \div 19,56$ и $Pb^{207}/Pb^{204} = 15,52 \div 16,12$ (см. рис. 1, точка TCC—I), а при использовании равно-точных и равноправильных данных изотопного анализа, использованных в настоящей работе (2-4), $Pb^{206}/Pb^{204} = 18,83 \div 19,39$ и $Pb^{207}/Pb^{204} = 15,93 \div 15,97$ (рис. 1, точка TCC—II).

Достаточным условием соответствия изотопного возраста времени формирования исходных пород является совпадение их Pb—Pb- и Pb—Th-изохронных возрастов, устанавливаемых по результатам анализа валовых проб. Для метаморфических пород первично-хемогенной природы, практически не содержащих в своем составе тория, достаточным условием соответствия изотопного возраста времени их образования, а не последующего преобразования пород*, — является совпадение «согласованного» возраста с Pb—Pb-изохронным, определенным по валовым пробам пород. «Согласованный» возраст формирования исследуемых пород устанавливается методом согласованных разностей $\Delta Pb^{206}/U^{238} - \Delta Pb^{207}/U^{235}$, нормированных по Pb^{204} , при помощи которого определяется и время последнего преобразования изотопных отношений в исследуемой породе (5, 6). При наличии нескольких этапов метаморфизма метод согласованных разностей также позволяет оценивать «согласованный» возраст формирования исследуемых горных пород, но со значи-

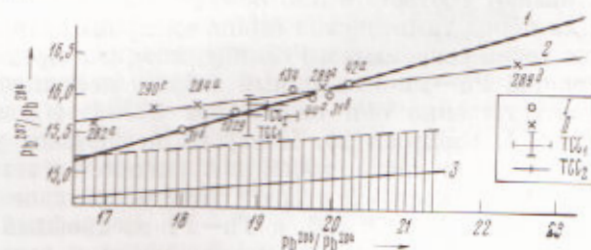


Рис. 1. Pb—Pb-изохроны основных плагиоклазовых кристаллических сланцев иенгурской серии (1) и тимптонской серии (2), а также медоносных песчаников удоканской серии (3). Номера точек соответствуют таковым на рис. 2. I — точки, соответствующие породам иенгурской серии; II — точки, соответствующие породам тимптонской серии. TCC1 и TCC2 — средний изотопный состав современного свинца в 95% доверительном интервале (точка современного свинца) соответственно для результатов анализа разных лабораторий и для проб, изучавшихся равноправильно и равноточно

* Значительная погрешность измерения возраста древних пород; как правило, не дает возможности отделить время их образования от времени первого прогрессивного регионального метаморфизма.

тельной погрешностью, и время их последнего метаморфизма, приведшего к нарушению Pb / U-отношений, если даже этот метаморфизм и не сопровождался видимыми минеральными преобразованиями (7).

При этом, если Pb—Pb- и Th—Pb-изохронные возрасты основных плагиоклазовых кристаллических ортосланцев, устанавливаемые по их валовым пробам, совпадают между собой, соответствуя тем самым времени их формирования, то для кристаллических парасланцев (хемогенно-терригенной природы) имеет место иная картина. Pb—Pb-возраст таких парасланцев, очевидно, фиксирует время в интервале от момента седиментогенеза до первого прогрессивного регионального метаморфизма, а их Pb—Th-изохронный возраст соответствует времени в интервале от возраста пород, которые подверглись разрушению, до времени осадконакопления. Pb—Pb-изохронный возраст терригенно-осадочных пород, метаморфических и кристаллических парасланцев (впрочем, как и магматических пород, Pb—Pb-изохроны которых, отстроенные на основе анализа валовых проб, не проходят через точку современного свинца) не соответствует времени образования этих пород, — он отражает влияние наложенных процессов, будучи моложе или древнее их. Наиболее обоснованно время формирования таких пород может быть установлено лишь методом согласованных разностей.

Так, для кристаллических сланцев иенгской серии Алданского щита (рис. 1 изохрона 1), изохрона которых проходит через точку современного свинца, были получены совпадающие значения Pb—Pb-изохронного (2), Th—Pb-изохронного (4) и «согласованного» (7) возрастов, которые составляют соответственно 3300 ± 200 ; 3400 ± 200 и 3100 ± 300 млн лет. Для пород тимптонской серии, изохрона которых проходит несколько выше точки современного свинца, хотя и в пределах ее 95% доверительных границ, Pb—Pb-изохронный возраст несколько моложе «согласованного», соответственно они составляют 2330 ± 160 и 2600 ± 200 млн лет (3, 7) (рис. 1, изохрона 2). Изохрона песчаников удоканской серии проходит значительно ниже точки современного свинца (рис. 1, изохрона 3); Pb—Pb-изохронный возраст этих песчаников 1760 ± 90 млн лет, «согласованный» 2000 ± 100 , а Th—Pb-изохронный — более 3000 млн лет (1).

Pb—Pb-изохронный метод, помимо радиологического датирования, может быть использован для установления относительного возраста и уточнения границ комплексов пород, которые характеризуются значительным перерывом во времени формирования. Основой этого являются Pb—Pb-изохроны, построенные по валовым пробам пород, при обязательном условии прохождения их в своих 95% доверительных границах через точку современного свинца.

В качестве примера использования Pb—Pb-изохронного метода для стратиграфического расчленения и типизации пород может быть приведено исследование пород зоны сочленения иенгской и тимптонской серий Алданского щита, характер взаимоотношений которых является одним из наиболее дискуссионных и важных для геологии алданского докембрия вопросов. Одни исследователи приводят данные в пользу существования крупного стратиграфического несогласия между этими сериями (8–13), другие отрицают его наличие (14). В то же время наблюдаемое видимое согласное налегание пород нижней свиты тимптонской серии (улунчинской) на породы иджакской свиты (14), относимой к верхним частям разреза иенгской серии, позволило Л. М. Реутову высказать предположение об отнесении иджакской свиты к тимптонской серии (16).

Основные кристаллические сланцы среднего течения р. Тимптон (рис. 2) в точках 284; 289 и 290 В. А. Лукоина, Б. А. Сикач, Н. С. Телега и др. относили к тимптонской серии (нижесуннагинская свита), Э. Г. Хомченко же и Е. М. Заблочкин в точках 289 и 290 — к иенгской серии (в точке 290 — к федоровской свите, в точке 289 — к нерасчлененным верхней федоровской подсвите и иджакской свите). На участке точек 31

и 37, по данным А. И. Брейдо и М. И. Губкина, породы относятся к пенг-ской серии (Федоровская свита). Н. С. Кожевников все породы исследованного участка включает в пенгскую серию (Федоровская свита), а Л. И. Салоп и Л. В. Травин — в тимптонскую, включая в нее Федоровскую и иджажскую свиты. Кроме того, было проведено опробование кристаллических сланцев бассейна р. Большой Ыллымах, принадлежность которых к Федоровской свите пенгской серии общепризнана. Описание опробованных пород, петрографическая характеристика анализированных кристаллических сланцев и данные по распределению в них изотопов урана приведены в (7), тория — в (4), свинца — в (2, 3).

Результаты анализа изотопного состава свинца всех исследованных проб кристаллических сланцев, будучи нанесенными в системе координат $Pb^{207}/Pb^{204} - Pb^{206}/Pb^{204}$, четко распределились в пределах областей двух изохрон, 1 и 2, значительное различие радиологического возраста для которых не вызывает сомнений. Следовательно, изохрона 2, с меньшим углом наклона, характеризующая горные породы более молодого возраста, принадлежит тимптонской серии, а изохрона 1 — пенгской. При этом из проб, относимых к тимптонской серии, лишь одна, 289^г, может лежать на обеих изохронах*, поскольку она располагается вблизи их пересечения. Однако отнесение пробы 289^г к пенгской серии неправомерно, поскольку проба 289^а, отобранная из одного и того же с пробой 289^г обнажения, располагается совершенно определенно на изохроне 2. Пробы 282^а, 284^а и 290^а, отобранные соответственно в точках 282; 284 и 290, принадлежат совершенно однозначно к изохроне тимптонской серии.

Часть проб, из относимых к пенгской серии, положение которых в разрезе докембрия дискуссионно, а именно 31^а, 42^а, 44^а, могут относиться к обеим изохронам*, поскольку они располагаются вблизи пересечения изохрон. Однако отнесение точки 31^а к изохроне 2 неправомерно, так как проба 31^а отобрана из одного обнажения с пробой 31^б (рис. 2, точка 31), которая совершенно однозначно принадлежит к изохроне 1. Вероятность принадлежности точки 42^а к изохроне 2 невелика, так как проба 42^а относится к Th—Pb-изохроне (4), которая отвечает возрасту в 3400 ± 200 млн лет.

Таким образом, результаты свинцово-изохронного исследования горных пород в области предполагаемого контакта пенгской и тимптонской серий в бассейне р. Тимптон подтверждают его наличие и позволяют однозначно отнести к тимптонской серии породы в точках 282; 284; 289 и 290, а к пенгской — в точке 31. На основании значений изохронного Th—Pb-возраста пластообразных гранитоидов чарнокитового комплекса, превышающего 3000 млн лет (изохрона 4), к пенгской серии с определенностью могут быть отнесены и породы в точке 37. С определенной долей вероятности то же относится и к точке 42**. Приведенные данные служат

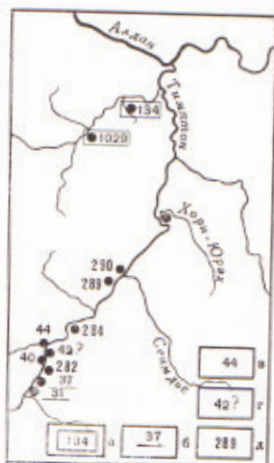


Рис. 2. Схема радиологического опробования пород пенгской серии; а—г — точки, относимые к пенгской серии; а — геологически достоверно, б — радиологически достоверно, в — предположительно по геологическим данным, г — предположительно по радиологическим данным; д — точки, относимые к тимптонской серии, радиологически достоверно

* Это обстоятельство не скажется существенно на вычисленных значениях возраста ни по одной, ни по другой изохроне.

** Возрастное положение пород в точках 40 и 44 неопределенно по радиологическим данным, а включение или исключение проб этих пород при расчете изохронного возраста не сказывается существенно на вычисленных результатах (рис. 1, изохрона 1, точка 44^а; данные о пробе 40^а приведены в (4)).

дополнительным доказательством правильности выделения в пределах исследованного участка образований обеих серий, а также позволяют уточнить границу между ними и определить принадлежность пород конкретных обнажений к той или иной серии. Результаты же определения изохронного возраста пород этих серий (рис. 1, изохр. 1 и 2) подтверждают представления, основанные на геологических данных, о значительном перерыве во времени формирования пенгровской и тимптонской серий, достигающем 700—1000 млн лет⁽³⁾, а следовательно, и о наличии между ними стратиграфического несогласия. Полученные радиологические данные и характер их распределения в пределах исследованных пород свидетельствуют также в пользу правомерности выделения в этом районе иджакской свиты (ранее выделявшейся здесь как нижесуннагская свита), контактирующей с федоровской, и отнесения ее к тимптонской серии, а не к пенгровской, составной частью которой является федоровская свита. Метавулканогенный и в целом основной характер нижних частей иджакской свиты и верхних — федоровской (по крайней мере в пределах исследованного района) и, как следствие, близость их состава, наложение на породы обеих свит примерно 2300—2100 млн лет назад регионально-го метаморфизма гранулитовой фации в условиях ультраметаморфизма (погружения) и связанных с ним явлений метаморфической дифференциации, дегранитизации и палингено-анатектического и метаморфогенного чарнокитообразования⁽¹¹⁾, — все это те главнейшие факторы, которые диктуют характер контактовых взаимоотношений пенгровской и тимптонской серий и затрудняют их расчленение, не говоря уже о подобном же влиянии на установление контактовых взаимоотношений комплексов явлений последнего этапа гранитизации в интервале 2100—1900 млн лет^(4, 11). Близость состава иджакской и федоровской свит, по-видимому, является одной из причин завышения и занижения их мощностей и даже полного исключения одной из них из составляемых разрезов в результате включения ее пород в состав другой свиты. Эти явления, очевидно, в значительной степени обуславливают различия в толковании взаимоотношений улунчинской свиты с нижезалегающей иджакской, не говоря уже о возможной разномощности и прерывистости проявления последней в связи с ее существенно метавулканогенным характером.

Изложенные данные свидетельствуют о перспективности свинцово-изохронных методов для целей стратиграфического анализа докембрия.

Всесоюзный научно-исследовательский
геологический институт
Ленинград

Поступило
25 V 1970

Институт геохимии и физики минералов
Академии наук УССР
Киев

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. А. Рудник и др., Изв. АН СССР, сер. геол., № 11 (1970). ² В. А. Рудник и др., ДАН, 188, № 4 (1969). ³ В. А. Рудник, Э. В. Соболев, ДАН, 189, № 3 (1969). ⁴ В. А. Рудник, Э. В. Соболев, ДАН, 189, № 4 (1969). ⁵ Э. В. Соболев, С. М. Граченко, Тр. X сессии комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций, М., 1962, стр. 128. ⁶ Э. В. Соболев, Изотопы свинца в геохимии и космохимии, М., 1970. ⁷ Э. В. Соболев, В. А. Рудник, ДАН, 198, № 2 (1970). ⁸ И. М. Фрумкин, Совещ. по разработке стратиграфических схем ЯАССР, Якутск, 1961. ⁹ И. М. Фрумкин, С. В. Нужнов, В кн.: Геология докембрия Алданского щита, Якутск, 1968. ¹⁰ Ю. К. Дзевановский, Е. П. Миронюк, В кн.: Оrogenные пояса. Международн. геол. конгр., XXIII сессия, докл. сов. геологов, М., 1968. ¹¹ В. А. Рудник, Тр. Всесоюз. н.-и. геол. инст., нов. сер., 135 (1967). ¹² Строение земной коры Якутии и закономерности размещения полезных ископаемых, «Наука», 1969. ¹³ Е. П. Максимов, А. Н. Угрюмов, В кн.: Геология и петрология докембрия Алданского щита, М., 1966. ¹⁴ Н. И. Веревкин и др., Там же. ¹⁵ Л. И. Салоп, В кн.: Геологическое строение СССР, 1, Стратиграфия, М., 1968. ¹⁶ Л. М. Реутов, В кн.: Матер. по геол. и полезн. ископ. ЯАССР, в. 18, Якутск, 1968.