

## К ПРОБЛЕМЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА МАССИВА КОНДЕР

*А.С. Каретников*

*Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск*

Возраст массива Кондер (географические координаты: 57°36' с.ш. и 134°37' в.д.) по прямым геологическим наблюдениям определяется лишь как послепалеархейский. В настоящей работе проведен анализ геохронологических данных, полученных для ультрабазитов и сопутствующих им магматитов массива при использовании различных изотопных систем. Кроме того, установленное по палеомагнитным характеристикам дунитов – одной из двух (дунитов и клинопироксенитов) наиболее древних разновидностей его ультраосновных пород – возрастное определение позволило автору сделать вывод, что возраст массива позднеархейский. Датировки, полученные для ультрабазитов с помощью изотопных систем и предполагающие либо их палеозойский, либо мезозойский возраст, свидетельствуют не о возрасте пород (в конечном счете – не о возрасте массива), а о моментах времени протекания двух, выделенных для Кондера, этапов посткристаллизационной активизации. Они подтверждены определениями, установленными по результатам палеомагнитного исследования дунитов.

**Ключевые слова:** дуниты, изотопная система, палеомагнитные характеристики, палеополус, возраст массива, Кондер, Дальний Восток.

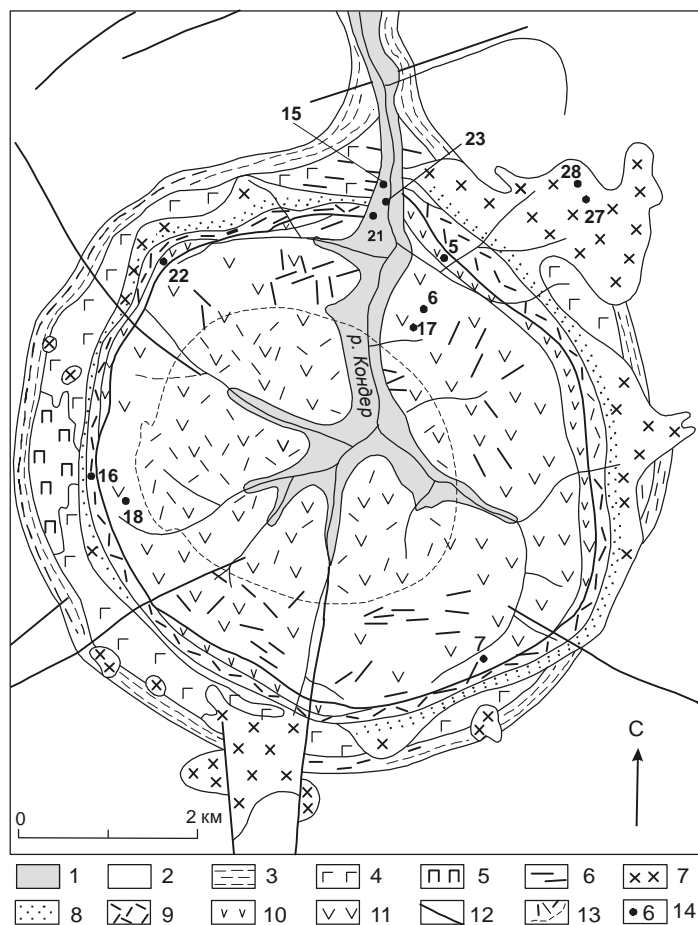
### ВВЕДЕНИЕ

Возраст массива Кондер обычно оценивается через возраст дунитов – одной из двух наиболее древних [16] и наиболее распространенной (они занимают 75 % его площади на современном эрозионном срезе) [2 и др.] разновидностей пород среди его ультрабазитов. Вопрос же об их возрасте (как и о возрасте других разновидностей ультрабазитов Кондера) всегда решался неоднозначно, так как они, располагаясь в области развития древних отложений, окружены кольцом щелочных и щелочно-земельных интрузивных пород основного и кислого состава, не позволяющих наблюдать их контакты с вмещающими толщами. И у исследователей, занимающихся изучением Кондерского массива, нет единого мнения по поводу возраста массива и возраста его дунитов. По прямым данным возраст дунитов устанавливался обычно лишь как послепалеархейский [11]. При отсутствии достоверных сведений о возрасте массива Кондер (по прямым геологическим наблюдениям через взаимоотношения его ультраосновных пород с вмещающими толщами) в данной публикации делается попытка систематизации и оценки достоверности возрастных определений, полученных для дунитов при использовании различных изотопных систем. Кроме того, в работе

приводится определение возраста массива, установленное автором по палеомагнитным характеристикам дунитов – одной из двух наиболее древних разновидностей ультрабазитов.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МАССИВА

**Кондерский массив** (географические координаты – 57°36' с.ш. и 134°37' в.д.) расположен в юго-восточной части Сибирской платформы (восточная часть Алданского щита) в бассейне р. Май, в междуречье ее левых притоков Омни и Маймакана. Породы массива обнажаются среди архейских метаморфических пород и перекрывающих их терригенных отложений верхнепротерозойского комплекса. Массив в плане имеет правильную округлую форму диаметром около 7,5 км, нарушающуюся двумя апофизами диоритов на юге и северо-востоке. Строение массива концентрически-зональное, характеризующееся наличием центрального ядра и окружающей его оторочки, состоящей из концентрически замкнутых колец, сформированных породами разного состава (рис.). Центральная часть массива сложена дунитами, доминирующими над остальными породами, составляя вместе с другими ультраосновными породами до 90 % площади массива на современном эрозионном срезе. Дуниты образуют изо-



**Рис.** Схематическая геологическая карта Кондерского массива (составили Г.В. Андреев, А.А. Ельянов, А.Н. Мильто, с небольшими изменениями А.С. Каретникова).

1 – рыхлые четвертичные отложения; 2–3 – верхний протерозой тоттинская свита: 2 – алевролиты и аргиллиты ороговикованные, 3 – алевролиты и песчаники ороговикованные, 4 – архей, утучанская свита (высокоглиноземистые и гиперстенсодержащие гнейсы, кварциты, мраморы), 5 – позднеархейские пегматоидные граниты; 6–11 – образования Кондерского массива: 6 – щелочные пегматиты; 7 – диориты, диорит-сиениты; 8 – меланократовые габброиды; 9 – косьвиты, титаномагнетит-биотит-пироксеновые и титаномагнетит-амфибол-пироксеновые породы (поля линзовидных тел и даек); 10 – клинопироксениты; 11 – дуниты; 12 – разломы; 13 – поле интенсивного развития в дунитах жильных и дайковых тел косьвитов в центре массива; 14 – точки отбора образцов пород для определения их радиологического возраста. Номера на карте рядом с точками отбора образцов соответствуют порядковым номерам табл. 1. Места отбора ориентированных образцов ультраосновных пород для палеомагнитных возрастных определений см. в [17].

метричное в плане штокообразное тело, размеры которого в поперечном сечении максимально достигают 6,5 км. Клинопироксениты и меланократовые габброиды нормального ряда щелочности образуют относительно узкую кольцевую зону мощностью до 500 м вокруг дунитового ядра.

Многочисленные дайкообразные тела косьвитов также образуют кольцевую зону по периферии штока ультрабазитов, кроме того, слагают крупное поле в центре массива и встречаются в виде обособленных жильных тел среди дунитов и клинопироксенитов. Значительная часть поля развития косьвитов в центре массива и преобладающее количество мелких тел скрыты почвенно-растительным покровом. Их границы были уточнены по результатам визуальной наземной съемки. Среди косьвитов выделяются участки, сложенные крупнозернистыми апатит-биотит-титаномагнетит-пироксеновыми породами. Иногда они образуют самостоятельные тела среди дунитов и клинопироксенитов. Широко распространены на Кондерском массиве жильные и дайковые образования, представленные щелочными нефелин-сиенитовыми пегматитами и секущие его ультраосновные породы.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОИЗОТОПНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ВОЗРАСТА ДУНИТОВ МАССИВА КОНДЕР И ИХ АНАЛИЗ

В настоящее время, по мнению автора, существует три точки зрения относительно возраста дунитов. Две из них основаны на данных, полученных при использовании различных изотопных систем. Согласно первой, и ультраосновные, и щелочные породы массива являются образованиями единого магматического цикла мезозойского возраста. Обоснованием этой точки зрения до последнего времени являлись радиоизотопные определения, выполненные только с помощью К-Аг метода для ультраосновных и щелочных пород массива в целом и для мономинеральных фракций из этих пород. Эти данные приведены в работах Н.Д. Зленко [12], А.А. Ельянова и В.М. Моралева [9, 10], М.П. Орловой и др. [26], Г.В. Андреева [2], А.А. Ельянова с Г.В. Андреевым [11], И.Я. Некрасова и др. [25] и сведены в настоящей публикации в таблицу 1. На рисунке указаны места отбора некоторых из приведенных в табл. 1 проб.

В 2002 году появилась работа Ю.Д. Пушкарева с соавторами [29], в которой были приведе-

Таблица 1. Радиологический возраст пород Кондерского массива, полученный с помощью К-Аг метода.

№ п/п	Порода или минерал, место отбора	Возраст, млн лет	Ссылка на источник
<b>УЛЬТРАБАЗИТЫ</b>			
1	Биотит из биотит-пироксеновой породы	650	Ельянов, Андреев, 1991 г.
2	– « –	250	– « –
3	– « –	107	– « –
4	Оливин из дунитов	60–80	– « –
5	Пироксенит оливиновый, биотитсодержащий, краевая часть массива	113; 124	Орлова и др., 1978
6	Оливин из рудных дунитов центральной части	50 (?)	– « –
7	Оливин из дунитов краевой зоны	149±20	– « –
		125±12	– « –
		137±16	– « –
8	Биотит из пироксенита	132±8	Пушкарев и др., 2002
9	Биотит из пироксенита	648	Зленко, 1961
10	Флогопит из крупнозернистого магнетит-флогопитового пироксенита из дайки дунита	112,6	Некрасов и др., 1994
11	– « –	139,6	– « –
12	– « –	140,9	– « –
13	– « –	127,6	– « –
14	Роговая обманка из крупнозернистого магнетит-флогопитового пироксенита из дайки дунита	85,7	– « –
<b>ГАББРОИДЫ</b>			
15	Шонкинит, северная часть массива	120±5	Орлова и др., 1978
16	Шонкинит, западная часть массива	120±5	– « –
17	Габбро-плагиоклазит жильный, центральная часть	70	– « –
18	Ййолит жильный, западная часть массива	83; 93	– « –
19	Амфибол из горнблендита	171±9	Пушкарев и др., 2002
20	То же, но растертый	151±8	– « –
<b>НЕФЕЛИНОВЫЕ СИЕНИТЫ</b>			
21	Ортоклаз из нефелин-сиенитового пегматита. Северная часть массива, жила 1	110±5	Орлова и др., 1978
22	Пегматит, там же	100	– « –
23	Пегматит, северо-западная часть массива	130	– « –
24	Пироксен из пегматита, северная часть массива	130; 340	– « –
25	Ортоклаз-пертит из щелочного пегматита	90	Ельянова, Моралев, 1973
26	Биотит из пегматита	115±6	Пушкарев и др., 2002
27	Арфведсонит из крупнозернистого щелочного пегматита из дайки в дуните	167,6	Некрасов и др., 1994
<b>СИЕНИТО-ДИОРИТЫ</b>			
28	Сиенито-диорит, северо-восточная часть Кольцевого хребта	98; 113	Орлова и др., 1978
29	Сиенито-диорит, там же, Малиновая гора	133±5	– « –
30	Сиенито-диорит	185	Андреев, 1987

ны, наряду с К-Аг датировками, значения возрастов, установленные для ультрабазитов и сопутствующих им магматических базитов с помощью Sm-Nd и Rb-Sr методов. Эти материалы подтвердили, по мнению их авторов, первую точку зрения, высказанную выше. Но необходимо отметить, что данные, полученные К-Аг методом, отличаются большим разбросом значений как для ультраосновных пород (от 50 до 650 млн лет), так и для пород щелочного состава (от 70 до 340 млн лет) массива (табл. 1). Кроме того, К-Аг метод при-

нительно к ультраосновным породам обладает двумя существенными недостатками, которые приводят к: а) удревнению ультраосновных пород, зависящему от неточности определения К при его чрезвычайно низком содержании и от захвата ультрабазитами  $^{40}\text{Ar}$  при проникновении ультраосновной магмы во вмещающие породы, уже накопившие  $^{40}\text{Ar}$  [3, 4]; б) омоложению возраста из-за последующих вторичных воздействий на ультраосновные породы массива [5, 6, 24]. Подобное воздействие, в частности, на Кондере проявилось, по-видимому, во влиянии на

ультрабазиты более позднего процесса образования опоясывающей их оторочки, сформированной породами разного состава (чей возраст по приведенным в табл. 1 цифрам 70–185 млн лет соответствует, по мнению Г.В. Андреева [2], вероятнее всего, раннему мелу). Возраст ультрабазитов, в свою очередь, по мнению того же Г.В. Андреева, определен быть не может из-за значительного разброса цифр, упоминавшегося выше. Именно этими двумя причинами, на взгляд автора настоящей публикации, и объясняется разброс изотопных датировок, полученных К-Аг методом, а не “аналитической недостоверностью” этих данных, полученных в разное время и в разных лабораториях, о которой говорится в работе [29]. Что касается возрастных датировок, полученных Sm-Nd и Rb-Sr методами, то первые не согласуются с изохронной моделью, а вторые, определенные по валовым пробам, имеют большую неопределенность ( $119 \pm 160$  млн лет) [29]. Все это свидетельствует, по мнению автора данной публикации, о невозможности определения возраста ультраосновных пород массива (да и массива в целом) подобными изохронными методами. К такому же выводу пришли в свое время и авторы работ [10, 11].

Зачастую в некоторых работах, затрагивающих проблему возраста массива Кондер, для обоснования своей точки зрения на возраст авторами привлекаются результаты, полученные для других, подобных ему по строению массивов. В частности, в работе [10] для доказательства мезозойского возраста массива Кондер были привлечены результаты палеомагнитных исследований, полученные для пород Инаглинского массива [30]. Но следует отметить, что в этой работе не проводился термомагнитный и компонентный анализ естественных остаточных намагниченностей ультраосновных и щелочных пород, а также не определялась природа остаточных намагниченностей, для которых вычислялись координаты палеомагнитных полюсов. Кроме того, сами авторы этой работы – А.Н. Угрюмов и Ю.В. Киселев – считали, что внедрение дунитов Инаглинского массива произошло в мезозое (поздняя юра – начало мела), а центральные интрузии восточной окраины Алданского щита (к которым относится и Кондер) были сформированы в докембрии.

Согласно другой точки зрения, дуниты являются докембрийскими образованиями, щелочные породы – образованиями мезозойского возраста, а клинопироксениты – продуктами переработки дунитов также в мезозойское время, возникшими при воздей-

ствии на них высокотемпературной щелочно-основной магмы в зонах контакта. В основе этой точки зрения лежат общегеологические соображения, изложенные Г.К. Шнай в работе [32], а также факт присутствия зерен и обломков хромита, сходного с кондерским, в составе ороговикованных алевролитов кондерской свиты керпыльской серии в экзоконтакте массива, приведенный в работе Г.К. Шнай и В.Н. Курановой [33]. В качестве стратиграфической основы в работе этих авторов используется схема, представленная в объяснительной записке к геологической карте СССР масштаба 1:1 000 000 [7]. Еще одним доводом в пользу этой точки зрения могло бы служить определение изотопного возраста, полученное с помощью Rb-Sr метода для гранитоидов, имеющих интрузивные контакты с клинопироксенитами массива. Оно свидетельствовало – возраст ядра массива должен быть не моложе  $1593 \pm 23$  млн лет [8]. Но эта геохронологическая информация вызывает определенные, довольно весомые возражения у авторов, например, той же работы [29] как в правомочности отождествления датированных проб с гранитами, где наблюдался их активный контакт, так и в корректности выбора точек при построении изохроны. И это, конечно же, должно учитываться.

И, наконец, согласно третьей точке зрения, образование дунитов клинопироксенит-дунитовых массивов Восточной Сибири (как и самих массивов) связывается с одной из критических эпох развития чехла Сибирской платформы – заключительной стадией среднепалеозойского тектоно-магматического цикла (поздний девон–ранний карбон), вызвавшего, по мнению К.Н. Малича, автора работы [23], активизацию мантии посредством растяжения земной коры в результате рифтогенных процессов, плюмажа и внедрения мантийных масс. Обоснованием этой точки зрения являются значения модельного Re-Os возраста минералов платиновой группы (МПГ) Инаглинского и Кондерского клинопироксенит-дунитовых массивов Алданской провинции [20].

Для определения их возрастов использовалось отношение  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ . Было установлено, что величина этого отношения для кондерских образцов свидетельствует о мантийном источнике платиновой минерализации (что является первым обязательным условием получения достоверных данных с помощью Re-Os систематики), а значение возраста, рассчитанное для этого отношения, оказалось равным  $340 \pm 24$  млн лет [20]. При этом, значения изотопного возраста осмиевых минералов изменяются в довольно значительном интервале 260–370 млн лет. Вообще следует отметить, что в Re-содержащих ми-

нералах рений и изотоп  $^{187}\text{Os}$  отличаются высокой миграционной способностью, а в окислительной обстановке легко выносятся [13]. На эту их особенность указывают, в частности, и В.Г. Лазаренков с И.В. Таловиной [21]. О высокой миграционной способности рения и изотопа  $^{187}\text{Os}$  в окислительной обстановке свидетельствуют, по мнению автора данной публикации, материалы работы по определению изотопного состава Os в осмиевых минералах альпинотипных ультрабазитов через отношение  $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$  [19]. Были получены результаты, отличающиеся от оценки современного  $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$  в мантии как в большую, так и в меньшую стороны. Заметим, что вариации  $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ , являясь результатом радиоактивного распада  $^{187}\text{Re}$  [20], обусловлены изменением содержания именно радиогенного  $^{187}\text{Os}$ .

Отклонения в меньшую сторону объяснялись: 1) различием времен закрытия соответствующей Re-Os изотопной системы и внедрения (в случае предположения, что массивы являются протрузиями); 2) возможностью смещения кристаллов осмиридов из разновозрастных пластин (в случае массивов меланжевого типа).

Для объяснения отклонения в большую сторону (случай выявления осмиридов, аномально обогащенных изотопом  $^{187}\text{Os}$ ) предлагалась модель контаминации коровым осмием вещества мантии. Хотя авторами этих материалов неоднократно подчеркивалось, что достоинством данной методики является практическая нечувствительность осмиевых минералов “к коровой контаминации из вмещающих пород, вследствие очень низкой концентрации Os в последних” [19]. Кроме того, способ расчета возраста платиновых минералов с помощью Re-Os систематики через отношение  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  предполагает соблюдение постоянства этой величины в минералах платиновой группы (МППГ) (еще одно обязательное условие корректности такого способа датирования) [20]. И действительно, для пяти выполненных для МППГ Кондерского массива и представленных в [20, 23] определений свойственен незначительный разброс значений  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ , т. е. в случае массива Кондер второе условие корректности Re-Os способа датирования для платиновых минералов, во всяком случае для этих пяти представленных возрастных определений, вроде бы выполняется. И, наконец, дискордантность между упоминавшимся выше определением, полученным по биотиту из ультраосновной породы Кондера (~ 120 млн лет) и установленным Re-Os возрастом платиноидной минерализации в ней (~ 340 млн лет), по мнению авторов этих материалов, соответствует различию между временем формирования массива и временем кристаллизации платиновых ми-

нералов. В качестве объяснения дискордантности было высказано предположение, что кристаллизация кондерских МППГ происходила в мантии до ее плавления, а начальный расплав исследованного массива представлял собой гетерогенную смесь жидкой и твердой фаз, в составе твердой фазы которой были и платиновые минералы.

Подобное объяснение дискордантности находится в противоречии с высказанным выше предположением, поскольку в этом случае не выполняется еще одно, последнее, обязательное условие получения достоверных данных с помощью Re-Os изотопной систематики, а именно то, что образование МППГ должно происходить в магматическом расплаве сразу же и только после отделения его от мантийного источника. Представляется, что в случае массива Кондер можно говорить с определенной долей уверенности лишь о возрасте МППГ, когда речь идет о модельном Re-Os возрасте. Не следует связывать возраст МППГ с возрастом вмещающих их ультрабазитов, как это предлагает К.Н. Малич [23], на основании возрастных датировок, полученных с помощью Re-Os систематики, и с одной из критических эпох развития чехла Сибирской платформы – заключительной стадией среднепалеозойского тектоно-магматического цикла [22].

Этот вывод о связи образования Кондерского массива (и вообще клинопироксенит-дунитовых массивов Восточной Сибири) со среднепалеозойской активизацией вызывает большие сомнения и опровергается возрастными определениями, установленными через палеомагнитные характеристики кондерских дунитов [15, 17]. Кроме того, необходимо отметить, что именно массив Кондер претерпел несколько этапов воздействия посткристаллизационной активизации [18], что должно было сказаться и сказалось на значениях модельных возрастов МППГ, полученных с помощью Re-Os метода. Об этом свидетельствует диапазон их датировок (от 260 до 370 млн лет) [19, 20, 23].

Таким образом, по прямым данным возраст дунитов не определяется, поскольку нет возможности для наблюдения контактов ультраосновных пород массива с вмещающими толщами, так как они окружены кольцом щелочных и субщелочных пород. Кроме того, кондерские ультрабазиты не являются подходящим объектом для радиологических определений в силу перечисленных выше причин. С другой стороны, поскольку доказательств, свидетельствующих о древнем – докембрийском – возрасте массива, недостаточно, логично было бы обратиться, учитывая их возможности и преимущества, к другим методам, например, к палеомагнитному (что и было сде-

лано [8, 14, 15, 17]). Наибольший интерес в случае массива Кондер представляют, по мнению автора, возрастные датировки, полученные по результатам палеомагнитных исследований его дунитов – самой распространенной [2 и др.] и одной из двух наиболее древних [15, 16] разновидностей пород среди ультрабазитов. По этим датировкам, полученным для кондерских дунитов, можно судить о возрасте самой Кондерской интрузии.

#### ВОЗРАСТНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, УСТАНОВЛЕННЫЕ ПО ПАЛЕОМАГНИТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ДУНИТОВ МАССИВА, И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Палеомагнитные исследования ультраосновных пород массива Кондер (в частности дунитов) проводились автором в течение ряда лет. Полученные при этом характеристики в табличной и стереографической формах приведены и детально рассмотрены в работах [15–18]. В результате исследования дунитов установлено следующее:

1. Выделяются три совокупности векторов стабильных компонент намагниченности (In), кроме группы образцов, характеризующихся существенным проявлением вторичных процессов, с векторами компонент In, близкими к направлению перемангничивания современным геомагнитным полем. По характерным направлениям, выделенным для этих совокупностей, вычислялись соответствующие координаты палеополюсов, через которые и устанавливались возрастные датировки. Вычисленные для кондерских дунитов координаты палеополюсов приведены в табл. 2.

2. Намагниченности совокупности образцов, отличающихся слабым развитием в них процессов вторичных изменений, содержащие в своем составе стабильные компоненты юго-восточного направления с пологими (до 55°) наклонениями (группа “а” из 24 образцов, табл. 2), имеют термоостаточную природу образования и могут рассматриваться как первичные, несущие в себе информацию о времени

кристаллизации. Палеополлюс, вычисленный по характерной компоненте In, этого юго-восточного направления пологого наклонения лежит в непосредственной близости от палеомагнитных полюсов, установленных для позднерифейских силлов Учуро-Майского района [28], а также от полюса, полученного по породе близкой им по возрасту кандыкской свиты майской серии [27]. Это позволило сделать вывод о том, что кристаллизация дунитов ядерной части массива происходила в позднем рифее, а значит и возраст Кондерского массива – как минимум, позднерифейский.

3. Намагниченности образцов дунитов, отобранных из зон их контактов с косьвитовыми и щелочными дайками, имеют в своем составе выделенные термочисткой стабильные компоненты северо-восточного направления с крутыми (выше 55°) наклонениями (группа “б”, состоящая из 31 образца, табл. 2). Они соответствуют времени образования в дунитах жильных и дайковых тел косьвитов и щелочных пегматитов. Палеополлюс, рассчитанный по характерной компоненте намагниченности северо-восточного направления крутого наклонения, лежит вблизи от палеомагнитных полюсов раннего мела для Евразии [34]. Этот факт указывает на то, что формирование многочисленных даек и жил косьвитов, щелочных сиенитов и их пегматитов среди дунитов ядерной части массива происходило в раннемеловое время. Подобное заключение в дальнейшем было подтверждено палеомагнитными результатами, полученными для еще одной разновидности кондерских ультрабазитов – косьвитов [16, 17].

При этом было установлено, что формирование подобных многочисленных даек и жил в дунитах массива сопровождалось развитием в самих образцах дунитов, отобранных на контактах (и вблизи) с ними, наложенного процесса метасоматоза и является следствием мезозойской тектоно-магматической активизации, охватившей массив. То, что Кон-

**Таблица 2. Палеомагнитные характеристики дунитов массива Кондёр.**

Порода	Группа	Кол-во определений	Способ определения	Полярность	$D^{\circ}_{cp}$	$I^{\circ}_{cp}$	K	$\alpha^{\circ}_{95}$	$\Lambda^{\circ}$	$\Phi^{\circ}$	$\theta_1^{\circ}$	$\theta_2^{\circ}$
Дуниты	а	24	Т-размагничивание	N	133	36	18	7	178	-4	8	5
	б	31	-«-	N	28	73	91	3	206	75	5	4
	в	6	-«-	N	115	78	92	6	163	44	11	11

*Примечание.* Т-размагничивание – терморазмагничивание до температуры 650 °С; N – прямонамагнитные образцы;  $D^{\circ}_{cp}$ ,  $I^{\circ}_{cp}$  – склонение и наклонение среднего вектора In в современной системе координат; K – кучность распределения (разброс направлений In);  $\alpha^{\circ}_{95}$  – радиус круга доверия для уровня вероятности 0,95;  $\Lambda^{\circ}$ ,  $\Phi^{\circ}$  – долгота и широта Северного полюса Земли в эпоху образования In пород (относительно современной градусной сетки);  $\theta_1^{\circ}$  и  $\theta_2^{\circ}$  – полуоси овала погрешности в определении положения северного геомагнитного полюса для уровня вероятности 0,95.

дер претерпел мезозойскую активизацию, подтверждается изотопными датировками, полученными с помощью К-Аг метода для нефелин-сиенитовых пегматитов (табл. 1), секущих ультраосновные породы центральной части массива. Это согласуется с мнением С.Н. Авдонцева и К.Н. Малича [1] о связи окончательного становления Кондерского комплекса с мезозойской активизацией Сибирской платформы, на что, по их мнению, и указывают геохронологические данные, полученные К-Аг методом (120–150 млн лет).

4. Палеополюс, вычисленный для характерной компоненты третьей совокупности векторов юго-восточного направления крутого (выше 55°) наклона (группа “в” из 6 образцов, табл. 2) и располагающийся рядом с палеополюсами, полученными для ранней и поздней перми Сибирской платформы [31], является свидетельством того, что Кондер претерпел, кроме мезозойской, еще и палеозойскую активизацию. Еще одним доводом в пользу возможного палеозойского этапа посткристаллизационной активизации на массиве является и величина модельного Re-Os возраста, полученная для иридосмина – одного из минералов группы платиноидов, извлеченного из сростков самородных платиновых минералов в кондерских дунитах [20].

Таким образом, из трех существующих в настоящее время и рассмотренных в данной публикации точек зрения относительно возраста массива Кондер наиболее предпочтительной, по мнению автора, представляется та, что предусматривает его докембрийский возраст.

#### ВЫВОДЫ

Суммируя результаты проведенного анализа радиоизотопных определений возраста, полученных для кондерских дунитов, а также результаты выполненного для них же палеомагнитного исследования, можно сделать следующие выводы:

1. В настоящее время существуют три точки зрения относительно возраста кондерских дунитов, по которому определяется и возраст самого массива, а именно: возраст дунитов – (1) докембрийский; (2) палеозойский; (3) мезозойский. Обоснованием двух последних из них являются только радиоизотопные датировки.

2. Датировки, полученные с помощью различных изотопных систем, предполагающие либо палеозойский, либо мезозойский возраст дунитов отражают не их возраст (в конечном счете – не возраст массива), а моменты времени протекания двух назван-

ных выше этапов посткристаллизационной активизации на массиве.

3. Палеозойский и мезозойский этапы активизации, имевшие место на Кондере, подтверждаются результатами палеомагнитного исследования, полученными для его дунитов.

4. Палеомагнитные данные, полученные для дунитов и свидетельствующие об их докембрийском (точнее – позднепермском) возрасте, являются важным аргументом в дискуссии о возрасте массива Кондер, поддерживающим точку зрения, предполагающую докембрийский возраст и дунитов массива, и самого массива.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонцев С.Н., Малич К.Н. Геодинамическая модель образования массивов Кондерского комплекса // Геология и геофизика. 1989. № 7. С. 27–32.
2. Андреев Г.В. Кондерский массив ультраосновных и щелочных пород. Новосибирск: Наука, 1987. 76 с.
3. Афанасьев Г.Д., Борисевич И.В. Протерозойские ультрабазитовые интрузии и сложность интерпретации данных по их абсолютному датированию // Изв. АН СССР, сер. геол. 1966. № 3. С. 3–15.
4. Афанасьев Г.Д. Особенности геологической интерпретации К-Аг возраста некоторых слюд, полевых шпатов и древних ультрабазитов // Докл. АН СССР. 1966. Т. 166, № 2. С. 417–420.
5. Богомолов М.А. О природе кристаллических сланцев и карбонатных пород вблизи Кондерского массива // Петрография метаморфических и изверженных пород Алданского щита. М.: Наука, 1964. С. 32–57.
6. Богомолов М.А. Некоторые особенности петрологии массивов центрального типа с дунитовым ядром на Алданском щите // Метасоматизм и другие вопросы физико-химической петрологии. М.: Наука, 1968. С. 312–364.
7. Геологическая карта СССР. 1:1 000 000 (новая серия). Объясн. зап. Лист 0-52, (53) – Томмот. Л.: 1986. 126 с.
8. Гурович В.Г., Землянухин В.Н., Емельяненко Е.П. и др. Геология, петрология и рудоносность Кондерского массива. М.: Наука. 1994. 176 с.
9. Ельянов А.А., Моралёв В.М. Новые данные о возрасте ультраосновных и щелочных пород Алданского щита // ДАН СССР. 1961. Т. 141. № 3. С. 687–689.
10. Ельянов А.А., Моралёв В.М. О возрасте массивов ультраосновных-щелочных пород Алданской и Южноверхоянской провинций // Изв. вузов. Геология и разведка. 1973. № 10. С. 15–23.
11. Ельянов А.А., Андреев Г.В. Магматизм и металлогения платформенных областей многоэтапной активизации. Новосибирск: Наука. 1991. 168 с.
12. Зленко Н.Д. Позднепермские интрузии центрального типа восточной окраины Алданского щита // Геология Алданского щита и некоторых других районов Сибирской платформы. М.: Госгеолтехиздат, 1961. С. 66–73.
13. Калинин С.К., Файн Э.Е., Егизбаева К.Е. Стабильный изотоп осмий – 187. Алма-Ата: Изд-во Наука Казахской ССР. 1975 96 с.

14. Каретников А.С., Гурович В.Г. Петрофизические характеристики ультрабазитов массивов Кондер и Чад // Тихоокеан. геология. 2000. Т. 19, № 3. С. 105–111.
15. Каретников А.С. О возрасте массива Кондер (по палеомагнитным данным дунитов) // Тектоника, глубинное строение и геодинамика Востока Азии. Хабаровск, 2001. С. 190–201.
16. Каретников А.С. Палеомагнитные характеристики и возраст ультрабазитов массива Кондер // Тектоника, глубинное строение и геодинамика Востока Азии. Хабаровск, 2003. С. 276–291.
17. Каретников А.С. О возрасте клинопироксенитов и косьвитов массива Кондер (по палеомагнитным характеристикам) // Геология и геофизика. 2004. Т. 45, № 5. С. 588–599.
18. Каретников А.С. Свидетельства палеозойской активизации на массиве Кондер // Закономерности строения и эволюции геосфер. Хабаровск, 2004. С. 93–100.
19. Костянов А.И., Мочалов А.Г., Пушкарев Ю.Д. Изотопный состав осмия в платиноидах альпинотипных гипербазитовых массивов Корякии в связи с проблемой оценки его современного изотопного состава в мантии // Тез. докл. XIV Симпоз. по геохимии изотопов. М., 1995. С. 117.
20. Костянов А.И. Модельный Re-Os возраст платиновых минералов // Геология руд. месторождений. 1998. Т. 40, № 6. С. 545–550.
21. Лазаренков В.Г., Таловина И.В. Геохимия элементов платиновой группы. СПб.: Горный ин-т им. Г.В. Плеханова. 2001. 266 с.
22. Малич Н.С. Тектоническое развитие чехла Сибирской платформы. М.: Недра, 1975. 214 с.
23. Малич К.Н. Платиноиды клинопироксенит-дунитовых массивов Восточной Сибири (геохимия, минералогия, генезис). СПб.: ВСЕГЕИ. 1999. 296 с.
24. Морозова И.М., Никитина Л.П., Шуркина Л.К. и др. Изотопно-геохронологические и кинетические исследования в зонах контактового метаморфизма (Алданский щит) // Проблемы геохронологии и геохимии изотопов. Л.: Наука, 1977. С. 4–29.
25. Некрасов И.Я., Ленников А.М., Октябрьский Р.А. и др. Петрология и платиноносность кольцевых щелочно-ультраосновных комплексов. М.: Наука, 1994. 381 с.
26. Орлова М.П., Авдеева О.И., Федорова И.В., Яковлева Л.В. Новые данные по радиологическому датированию Кондерского массива и вмещающих его пород (восточная часть Алданского щита) // Докл. АН СССР, 1978. Т. 240. № 3. С. 677–680.
27. Павлов В.Э. Палеомагнитные полюсы Учуро-Майского гипостратотипа рифея и рифейский дрейф Алданского блока Сибирской платформы // Докл. РАН. 1994. Т. 336. № 4. С. 533–537.
28. Павлов В.Э., Галле И., Петров П.Ю. и др. Уйская серия и позднерифейские силлы Учуро-Майского района: изотопные, палеомагнитные данные и проблемы суперконтинента Родиния // Геотектоника. 2002. № 4. С. 26–41.
29. Пушкарев Ю.Д., Костянов А.И., Орлова М.П., Богомолов Е.С. Особенности Rb-Sr, Sm-Nd, Pb-Pb, Re-Os и K-Ag изотопных систем в Кондерском массиве: мантийный субстрат, обогащенный платиноидами // Региональная геология и металлогения. 2002. № 16. С. 80–91.
30. Угрюмов А.Н., Киселев Ю.В. О возрасте ультраосновных пород массива Инагли (Алданский щит) // Геология и геофизика. 1969. № 8. С. 62–67.
31. Храмов А.Н. Стандартные ряды палеомагнитных полюсов для плит Северной Евразии: связь с проблемами палеогеодинамики территории СССР // Палеомагнетизм и палеогеодинамика территории СССР. Л.: Изд-во ВНИИГРИ, 1991. С. 154–176.
32. Шнай Г.К. Гетерогенность дунитов в ультраосновных-щелочных массивах (на примере Инаглинского массива) // Изв. АН СССР, сер. геол. 1980. № 4. С. 23–35.
33. Шнай Г.К., Куранова В.Н. Новые данные о возрасте дунитов в сложных массивах ультраосновного-щелочного состава // Докл. АН СССР. 1981. Т. 261, № 4. С. 950–952.
34. Besse J., Courtillot V. Revised and Synthetic Apparent Polar Wander Paths of the African, Eurasian, North American and Indian Plates, and True Polar Wander Since 200 Ma // Journal of Geophysical Research, 1991. V. 96, N B3, P. 4029–4050.

Поступила в редакцию 15 июня 2004 г.

Рекомендована к печати Н.П. Романовским

**A.S. Karetnikov**

### **The problem of age definition of the Kondyor massif**

Direct geological observations access the age of the Kondyor massif (geographic coordinates 57°36'N and 134°37'E) as only post-Archean. This paper offers the analysis of geochronological data on the massif obtained for ultrabasites and associated magmatites using different isotopic systems. Besides, the age defined on the basis of paleomagnetic characteristics of dunites – one of the two (dunites and clinopyroxenites) most ancient varieties of the massif ultrabasic rocks, enabled the author to draw an inference that the age of the massif is Late Riphean. However, datings obtained for ultrabasites from isotopic systems suggesting either their Paleozoic or Mesozoic age do not give evidence of the rock age (in the final analysis, age of the massif) but rather of the moments of time of progress of two stages of postcrystallization activation that were recognized for Kondyor. They are supported by determinations from the results of paleomagnetic investigations of dunites.

**Key words:** dunites, isotopic system, paleomagnetic characteristics, paleopole, age of the massif.