

УДК 551.35

**ДРЕВНИЕ ПОРОДЫ В СРЕДИННО-АТЛАНТИЧЕСКОМ ХРЕБТЕ***А.И. ТРУХАЛЕВ, Ю.Е. ПОГРЕБИЦКИЙ, Б.В. БЕЛЯЦКИЙ, Н.А. КУРЕНЦОВА, И.М. ВАСИЛЬЕВА*

Севморгеология

В последние годы НПО «Севморгеология» проводит региональные геолого-геофизические исследования в Атлантическом океане по программе «Геотраверсы». Общая методология и основные результаты изучения по первому из отработанных геотраверсов - Анголо-Бразильскому (АБГТ) - опубликованы в работе [*Погребницкий и др., 1990*]. В процессе этих исследований, а также работ на глубоководные сульфиды в Срединно-Атлантическом хребте (САХ) в полосе Канаро-Багамского геотраверса (КБГТ), в рифтовой зоне хребта на отдельных участках (11-14° ю.ш. и 23-26° с.ш.) были драгированы метаморфизованные плутонические породы гипер-базит-базитового состава. Резкое различие в степени метаморфизма и тектонической нарушенности между свежими базальтами рифтовой зоны и плутоническими породами, залегание последних в виде блоков-протрузий или тектонических брекчий, скорее, указывают на то, что это генетически не взаимосвязанные, разновозрастные образования.

Первые определения возраста плутонических пород в известной мере подтвердили такое предположение, оставив в то же время некоторые сомнения в реальности полученных цифр древнего возраста: около 1,9 млрд лет для метагаббро из района 14° ю.ш.; 0,55 и 1,63 млрд лет для метагаббро и мигматит-гранита из района 26° с.ш. [*Трухалев и др., 1990; Погребницкий и др., 1990*]. Далее были получены новые данные, подтверждающие, на наш взгляд, первоначальные оценки их возраста и, кроме того, значительно расширяющие существующие представления о времени формирования глубинных пород САХ.

На АБГТ плутонические и метаморфические породы были драгированы (рейс НИС «Профессор Куренцов», 1986-1987 гг.) в пределах блоковых поднятий в рифтовой зоне САХ на участках, примыкающих к трансформным разломам, в районе 11° ю.ш. (станции 8726-4 и 8728-2) и 14° ю.ш. (станции 8717-8720; рис. 1, табл. 1). Петрографо-геохимическое изучение этих пород позволило разделить их на следующие генетически различные и, по-видимому, разновозрастные комплексы:

1. Крупно-гигантозернистые амфиболизированные и катаклазированные метагаббро, титаномагнетитовые метагаббро, метагаббронориты, серпентинизированные шпинель- и флогопитсодержащие перидотиты. По петрографо-геохимическим особенностям, составам пород и минералов (составы главных разновидностей пород приведены в [*Погребницкий и др., 1990*]) они могут быть сопоставлены с породами расслоенных гипербазит-базитовых плутонов типа Бушвельдского, Стилутерского и др.

2. Продукты многостадийного метаморфизма габброидов, представленные частично перекристаллизованными и замещенными вторичными минералами плутоническими породами, а также габброамфиболитами и габброгранулитами. По структуре, ассоциациям и составам минералов они соответствуют породам гранулитовой (Т 740-940 °С, при Р 500 МПа), эпидот-амфиболитовон (Т. 530-600 °С, Р 200 МПа и меньше) и зеленосланцевой фаций.

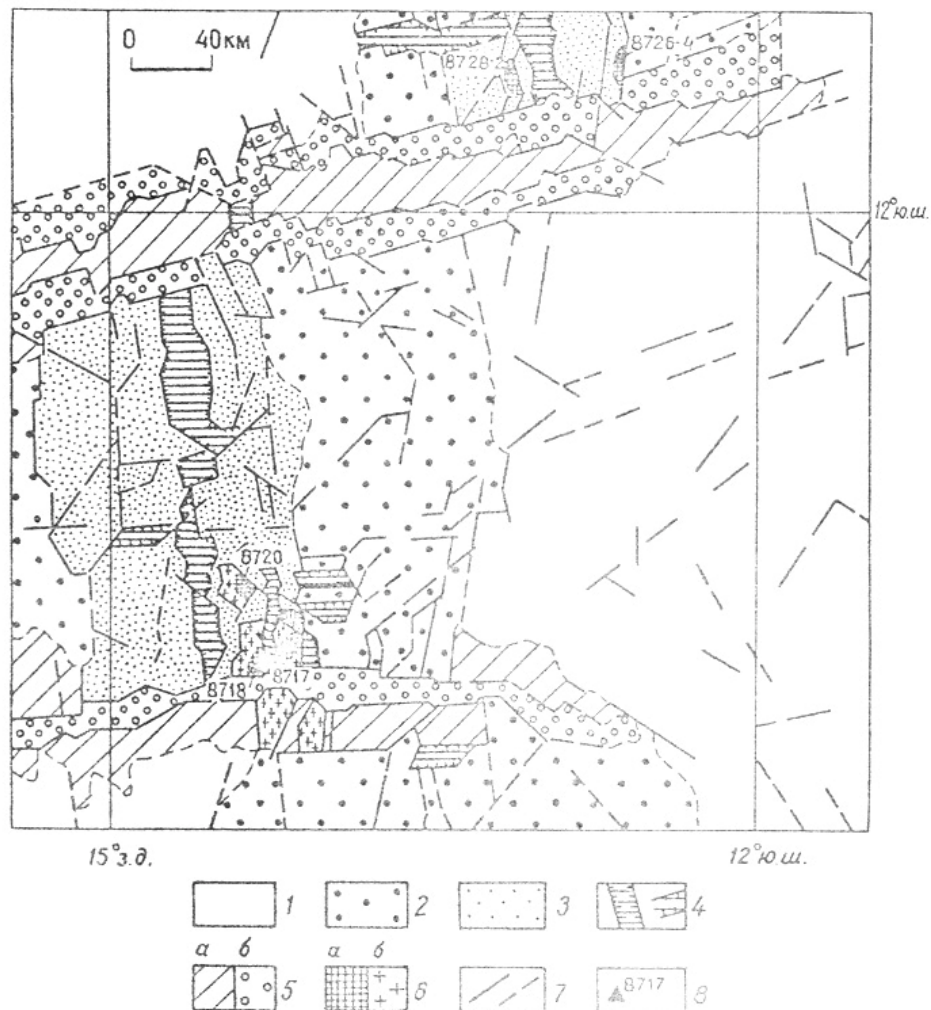


Рис. 1. Схема строения осевой части Южно-Атлантического хребта (составлена на основе дешифрирования батиметрической карты АБГТ [1], карт физических полей масштаба 1:2 000 000 и материалов драгирования):

1 — лавовое плато флангов ЮАХ; зона миоцен-четвертичного рифтогенеза; 2 — приведенное и деформированное лавовое плато, 3 — рифтовые горы, 4 — рифы и рифтогенные впадины; 5 — вулcano-тектонические структуры зон трансформных разломов (а — вулканические гряды, вулканы, блоковые поднятия, б — рифтогенные впадины и трого); б — выходы метаморфизованных пород гипербазит-базитового состава (а — установленные, б — предполагаемые); 7 — разломы и линии морфоструктурной отдельности; 8 — станции драгирования и их номера

3. Метадолериты и метабазалты, представляющие, вероятно, продукт регионального зеленосланцевого метаморфизма магнезиальных толеитов и относящиеся, по-видимому, к комплексу пород, вмещающих метагабброиды и гипербазиты.

4. Серпентиниты и тальк-серпентиновые сланцы, образовавшиеся, скорее всего, в результате метасоматической переработки габброидов. Они характеризуются очень высокими значениями индикаторного  $(Nb/Zr)_N$  отношения (20,4-27,7), резко отличными от такового в метагабброидах и перидотитах (0,49-0,84) в породах, поднятых станцией 8728-2, и указывающими на связь их с иным, более глубинным магматическим источником.

Из охарактеризованных выше четырех комплексов проведены изотопические исследования первых трех (табл. 2, 3). Наиболее древние цифры возраста (около 2,5-2,6 млрд лет, Pb-Pb термоионный метод), получены по цирконам из метадолеритов. Эти цирконы по размеру, цвету, морфологии и изотопному составу (в них практически отсутствует обыкновенный свинец) резко отличаются от цирконов выделенных из метагаббро. Модельный Sm-Nd-возраст одного из образцов метадолеритов (3,74 млрд лет) намного превышает таковые для метагабброидов (2,5-2,7 млрд лет). Указанные особенности позволяют рассматривать метадолериты как самостоятельные магматические образования, относящиеся, скорее всего, к комплексу пород, вмещающих метагабброиды

и перидотиты. К этому же комплексу относятся, вероятно, и метабаазальты, драгированные станцией 8726-4. Очень молодая К-Аг их датировка (менее 1 млн лет [Пейве, 1975]) отражает, по-видимому, время последней переработки древних пород в зоне новейшего рифтогенеза.

1. Координаты пунктов драгирования plutонических и метаморфических пород на Анголо-Бразильском геотраверсе

Номер станции	Координаты, глубина, м		Типы поднятых пород
	касания	отр.глуб.	
8717	14°02,43' ю.ш. 14°15,28' з.д. 2740	14°03,00' ю.ш. 14°17,88' з.д. 2780	Катаклазированные амфиболитизированные метагаббро, Ti-MgI-метагаббро, метагаббронориты, габброгранулиты, серпентинизированные перидотиты, серпентиниты
8718	14°06,25' ю.ш. 14°16,74' з.д. 3620	14°03,51' ю.ш. 14°17,66' з.д. 3140	Катаклазированные мезо- и лейкократовые метагаббро, серпентинизированные перидотиты, метабаазальты и метадолериты, редкие корки закалывания базальтов
8719	13°58,04' ю.ш. 14°06,44' з.д. 2490	13°58,41' ю.ш. 14°08,36' з.д. 2200	Крупные (до 0,6 м) глыбы амфиболитизированных метагаббро, метадолериты, серпентиниты, габброгранулиты, габбро-амфиболиты, органогенные известняки
8720	13°40,77' ю.ш. 14°22,08' з.д. 2430	13°40,61' ю.ш. 14°22,51' з.д. 2380	Сильно выветрелые амфиболитизированные метагаббро, метадолериты, серпентиниты, органогенные известняки, редкие корки закалывания базальтов
8726-4	11°18,31' ю.ш. 12°40,32' з.д. 2050	11°18,02' ю.ш. 12°42,24' з.д. 1910	Брекчированные метабаазальты с кварцевыми прожилками, редкие обломки органогенных известняков
8728-2	11°21,06' ю.ш. 13°10,20' з.д. 2610	11°20,94' ю.ш. 13°09,57' з.д. 2480	Катаклазированные амфиболитизированные метагаббро (около 15 % дражной пробы), тальк-серпентиновый сланец, афировые оливин-плаггиопорфиновые, оливин-порфиновые (пикритовые) базальты, вулканомиктовые песчаники.

2. Результаты оценки возраста цирконов из метабаазитовых пород САХ методом термоионной эмиссии

Анализируемый материал	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	Возраст, млн лет
<i>Образец 8719/2, метагаббро</i> Бесцветные и бледно-оранжевые идиоморфные кристаллы цирконов (60×70 мкм) магматогенного габитуса (комбинация призмы и дипирамиды, $K_{уд} = 2,0$ )	0,0000±0,0214	0,1137±0,0020	0,0027±0,0017	1859±292
Обохренные более крупные цирконы (200—80 мкм, $K_{уд} 0,3—0,4$ )	0,0029±0,0184	0,0872±0,0233	0,0017±0,0009	1367±441
Бесцветные изометричные цирконы (200—80 мкм)	0,0000±0,0388	0,0616±0,0451	0,0033±0,0005	664±108
Розовые изометричные цирконы (200-80 мкм)	0,0000±0,0093	0,0572±0,0043	0,0018±0,0003	500±156
<i>Образец 8719/8, метадолерит</i> Мелкие (0,07 мм и меньше) светло-коричневые округлые, редко короткопризматические кристаллы; габитус неясен. Однородные с нормальным двупреломлением, иногда с фрагментами зональности	0,000000± ±0,003208	0,163161± ±0,003548	0,000605	2488±37
Мелкие (0,07 мм и меньше) розовые короткопризматические кристаллы с удлиненными дипирамидальными гранями; габитус неясен. Однородные незональные, с нормальным двупреломлением, с большим количеством газогных, газожидких и темных рудных включений	0,102157± ±0,0034	0,172393± ±0,00912	0,000007	2580±85
<i>Образец 105-4, метагаббро</i> Общая проба цирконов различной окраски и размеров (60—150 мкм). Преобладают цирконы, сходные с магматогенными цирконами из образца 8719/2	0,0000±0,0045	0,1234±0,0094	0,0022±0,0009	2005±128

Примечание. Анализы выполнены в ИГГД РАН. Цирконы выделены И.К.Шулешко, изотопные анализы сделаны Б.В.Беляким. Для цирконов из образцов 8719/2 и 105/4 внесены поправки на обыкновенный свинец с учетом полученных значений  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$

3. Результаты Sm-Nd-изотопного анализа метабазитовых пород Срединно-Атлантического хребта

Образец Порода	Анализируемый материал	Концентрация, мкг/г		$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} \pm 2\sigma^*$	$T(C H I R)$ , млн лет	$E p -$ $s i -$ $l o n$
		Nd	Sm				
<i>Анголо-Бразильский геотраверс</i>							
5719/2	Порода в целом	5,67	2,12	0,22619	$0,513150 \pm 11$	2642	4,8
Амфиболизированное метагаббро	Амфибол 3	3,89	1,46	0,22760	$0,513147 \pm 12$	2508	5,3
	Амфибол 9	15,50	6,84	0,26663	$0,513227 \pm 8$		
	Плагиоклаз	10,27	4,40	0,25864	$0,513188 \pm 8$		
8719/5	Порода в целом	4,80	1,03	0,12939	$0,513199 \pm 11$		
Метадолерит	Порода в целом	6,443	2,295	0,215325	$0,513099 \pm 6$	3740	1,6
8728-2/1	Порода в целом	2,17	0,766	0,21308	$0,512927 \pm 14$	2697	
Амфиболизированное метагаббро	Пироксен	3,73	1,680	0,27113	$0,512975 \pm 10$		
	Плагиоклаз	0,531	0,0099	0,11269	$0,513050 \pm 11$		
<i>Канаро-Багамский геотраверс</i>							
105-4	Порода в целом	0,818	0,307	0,22690	$0,513115 \pm 7$	2406	6,2
Амфиболизированное метагаббро	Амфибол 1	2,27	0,906	0,24100	$0,512237 \pm 24$		
	Плагиоклаз	0,52	0,104	0,12141	$0,513145 \pm 23$		
192-21	Порода в целом	1,16	0,457	0,23932	$0,513126 \pm 12$	1748	7,3
Метагаббро	Пироксен	1,16	0,451	0,23458	$0,513030 \pm 21$	1582	10,0
	Пироксен	2,36	1,33	0,33951	$0,513165 \pm 15$		
	Плагиоклаз	0,566	0,115	0,12323	$0,513074 \pm 13$		
130-14	Порода в целом	1,00	0,441	0,26533	$0,512896 \pm 11$	578	10,4
Габбротроктолит	Пироксен	1,61	0,872	0,32800	$0,513132 \pm 7$		
	Плагиоклаз	0,523	0,116	0,13384	$0,513090 \pm 15$		
130-17	Порода в целом	1,02	0,44	0,26061	$0,513094 \pm 21$	1092	8,3
Габбротроктолит	Пироксен	0,983	0,422	0,25967	$0,513055 \pm 17$	1014	8,7
	Пироксен	2,45	0,98	0,23930	$0,513099 \pm 9$	1653	7,9
Габброгранулит	Пироксен	12,02	1,05	0,05302	$0,511172 \pm 3$		
	Плагиоклаз	0,912	0,234	0,15490	$0,512961 \pm 21$		
	Пироксен	2,61	1,08	0,24928	$0,513138 \pm 9$	1453	7,5
67-3	Порода в целом	2,66	1,170	0,26427	$0,513052 \pm 8$	930	8,7
	Пироксен	3,410	1,520	0,27004	$0,513124 \pm 10$		
	Плагиоклаз	0,610	0,110	0,11299	$0,513028 \pm 10$		

\* Значения нормализованы на  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,241570$  и приведены к отношению в стандартном образце La Jolla  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,511860$ . Уровень холостого опыта: 0,1 и 0,3 нг для Sm и Nd соответственно. При вычислении  $T(C H I R)$  использовано уравнение  $E p s i l o n = 0,25T^2 - 3T + 8,5$ . Анализы выполнены в ИГГД Б.В.Беляцким.

Наиболее близкой к истинному возрасту метагабброидов - около 1,9-2,2 млрд лет (см. табл. 2) - является, по-видимому, Pb-Pb-датировка цирконов магматогенного габбрусса, выделенных из метагаббро (обр. 8719/2). Она подтверждается результатами Sm-Nd-изотопного анализа. Точки составов валовых проб метагаббро станций 8719 и 8728-2, а также метагаббро с Канаро-Багамского геотраверса (образец 105-4) на изотопной диаграмме (рис. 2) располагаются на прямой линии, являющейся, скорее всего, эрохроной; наклон ее соответствует возрасту  $2322 \pm 560$  млн лет. Предположение о примерной одновозрастности габброидов, драгированных из достаточно удаленных друг от друга станциях, базируется на общих петрографо-геохимических особенностях этих пород и принадлежности их к единому блоку литосферы с общим ходом эволюции тектономагматических процессов. Оно подтверждается близкими датировками цирконов, выделенных из образцов 8719/2 и 105-4, совпадающими грубо с их эрохронным возрастом.

Модельные Sm-Nd-возрасты метагабброидов (2,5-2,7 млрд лет, см. табл. 3) оказываются несколько более древними по сравнению с приведенными выше цифрами. Пока трудно сказать, с чем связано такое увеличение возраста. В данном случае мы

отдаем предпочтение цирконовым датировкам, которые, как показывает практика геохронологических исследований [Пушкарев, 1990], редко дают завышенные результаты.

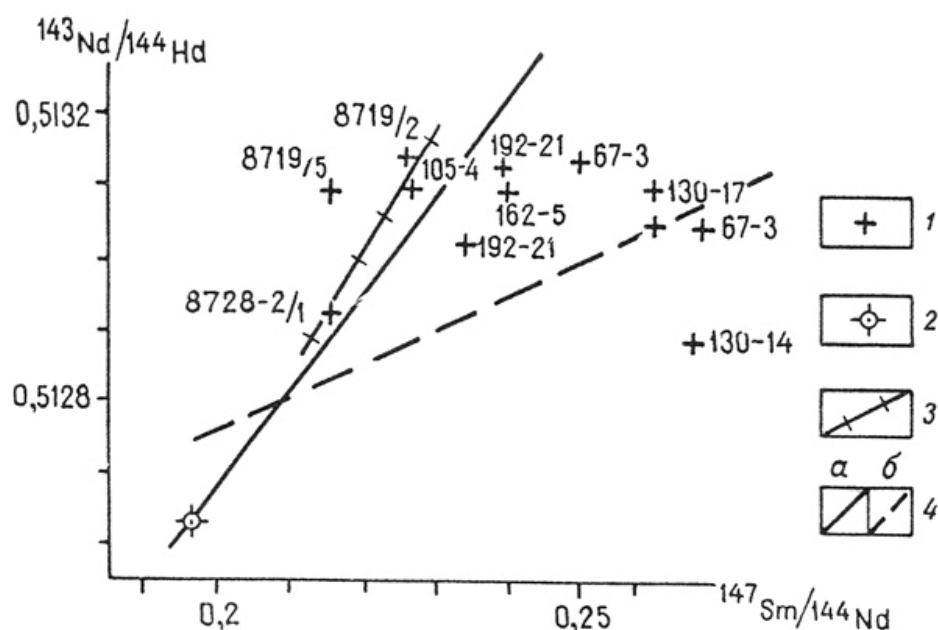


Рис. 2. Sm-Nd-изотопная диаграмма для метагабброидов САХ:

1 — составы валовых проб (цифра — номер образца); 2 — состав примитивной мантии; 3 — эрохрона (?) для обр. 8719/2, 8728-2/1, 105-4 ( $T = 2322 \pm 560$  млн лет, MSWD = 438,  $E_{Nd} = +0,8$ ); 4 — изохроны 2 и 0,6 млрд лет (нанесены для сравнения)

Pb-Pb-датировки других морфотипов цирконов, выделенных из образца 8719/2 (см. табл. 2), внутренняя Sm-Nd-изохрона для этой породы (по амфиболам), а также K-Ar-определения возраста метагаббро и метадолеритов (220-336 млн лет, обр. 8719/2; 55-57 млн лет, обр. 8728-2/1; 125 млн лет, обр. 8719/5, см. работу [Погребницкий и др., 1990]) отражают, как нам представляется, полиметаморфическую природу этих пород и неоднократные воздействия на них различных наложенных процессов. Большая часть этих датировок примерно совпадает либо с эпохами активизаций (изотопного омоложения), широко проявленными в докембрийских образованиях сопредельных материковых районов (панафриканская эпоха, бразильский цикл метаморфизма, 500-650 млн лет [Долгунов, 1985]), либо со вспышками базитового магматизма (мелового, триасово-юрского) на побережьях Африки и Южной Америки.

Что касается внутренних Sm-Nd-изохрон для образцов 8719/2 и 8728-2/1, построенных по плагиоклазу, породе в целом и пироксену, то они, скорее всего, лишены геологического смысла. Особенно это видно на примере образца 8728-2/1, для которого внутренняя изохрона соответствует отрицательному возрасту.

На Канаро-Багамском геотраверсе нами изучены породы, драгированные в I и V рейсах НИС «Геолог Ферсман» в районе 26° (станции 67, 74), 24° (станции 130, 162, 192) и 23° с.ш. (станция 105) - табл. 4, 5, рис. 3, 4, Анализ полученных материалов и публикаций по глубинным породам региона [Ito et al., 1987; Karson et al., 1984; 1987 и др.] показывает, что здесь в тектонических блоках на поверхность выведены фрагменты расслоенных гипербазит-базитовых комплексов, обычно в той или иной степени тектонизированных и несущих следы многостадийного метаморфизма, от гранулитового ( $T 840$  °C при  $P 500$  МПа, обр. 162-5, 192-21) или эпидот-амфиболитового ( $T 420-540$  °C,  $P 200-400$  МПа, обр. 162-5, 67-3) до зеленосланцевого.

Плутонические породы, обнажающиеся в районе 23° с.ш., представлены грубозернистыми катаклазированными габброидами, диабазами, амфиболовыми габбро с

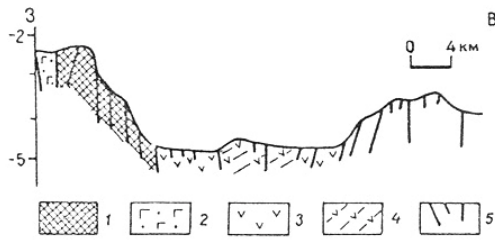


Рис.3. Геологический разрез рифтовой зоны Срединно-Атлантического хребта в районе 23°33' с.ш., по [13]:

1 — метаморфизованные плутонические породы (метагаббро, диабазы, зеленые сланцы); 2 — океанические базальты; 3 — относительно более древние, с маломощным чехлом осадков, 4 — наиболее молодые; 5 — сбросы и другие разрывные нарушения

отношения с метагабброидами, драгированными на АБГТ (образцы 8719/2 и 8728-2/1) и достаточно древний (около 2,3 млрд лет) Sm-Nd-эрохронный возраст всех этих пород.

Следует отметить специфический изотопный состав свинца в обр. 105-4. Он резко отличен от такового в океанических базальтах и других изученных нами образцах метагабброидов (рис. 5) и указывает на сильную контаминацию породы материалом континентальной коры и соответственно на присутствие ее реликтов в рассматриваемом районе.

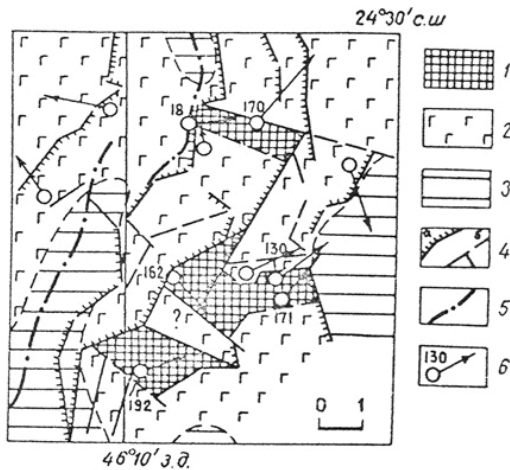


Рис.4. Схематическая геологическая карта участка выходов плутонических пород в районе 24° с.ш. (составлена по материалам полигонных исследований А.С.Гутниковым, П.В.Воробьевым, А.И.Трухалевым):

1 — выходы плутонических пород; 2 — пиллоу-базальты рифтовой зоны; 3 — современные осадки; 4 — выраженные в рельефе дна сбросовые уступы (а) и прочие разрывные нарушения (б); 5 — ось срединной рифтовой долины САХ; 6 — станции драгирования (V рейс НИС «Геолог Ферсман», указаны номера станций, на которых подняты плутонические породы)

возраст плутонических пород. Модельный возраст всех исследованных образцов достаточно древний - докембрийский; выделяются две их группы, попадающие в интервалы 1600-1700 (обр. 162-5 и 192-21) и 600-1100 млн лет (обр. 130-14, 130-17, а также 67-3 из района 26° с.ш.). На изотопной диаграмме (см. рис. 2) точки составов пород этих групп располагаются обособленно; можно предполагать, что они связаны между собой эрохронными отношениями. Судя по расположению точек относительно нанесенных для сравнения изохрон 2,0 и 0,6 млрд лет, эрохронный возраст образцов первой группы должен быть несколько меньше 2 млрд лет и примерно соответствовать их модельному возрасту. Образцы второй группы (особенно 10-17 и 67-3) явно тяготеют к

большим количеством Fe-Ti оксидов и перидотитовыми тектонитами [Karson et al., 1984; 1987]. Эти породы, слагающие западный борт срединной рифтовой долины на протяжении более 30 км, по петрографо-геохимическим особенностям сходны с плутоническими породами, драгированными нами в районе 14° ю.ш. Pb-Pb-датировка цирконов, выделенных из пегматоидного метагаббро, драгированного в северной части выходов глубинных пород (около 2 млрд лет, обр. 105-4, см.табл. 2) и Sm-Nd-изотопные данные (см. табл. 3, рис. 2), скорее всего, указывают на древний, протерозойский возраст породы. Как уже отмечалось, можно предполагать ее эрохронные

Плутонические породы, драгированные около 24° с.ш., представлены серпентинизированными перидотитами, метатроктолитами и метагабброидами (см. табл. 4). Для изотопных исследований выбраны наименее измененные образцы метагабброидов (см. табл. 5). По структуре и геохимическим особенностям заметно отличаются от других пород мелкозернистые габброгранулиты (обр. 162-5), представляющие, вероятно, метаморфизованные базитовые дайки в габброидах и перидотитах. Отметим геохимическую «оторванность» плутонических пород от драгированных в этом же районе рифтогенных базальтов. Наиболее ярко это проявляется в различных значениях  $(Nb/Zr)_N$  отношения, присущего базальтам (0,46-0,52) и плутоническим породам (5,46-19,1), что свидетельствует о связи их с различными магматическими источниками.

Результаты Sm-Nd-изотопного анализа (см. табл. 3) позволяют предполагать протерозойский

изохроне 0,6 млрд лет и их предполагаемый эрохронный возраст составляет около 600 млн лет.

4. Координаты пунктов драгирования plutонических и метаморфических пород на Канаро-Багамском геотраверсе

Но- мер стан- ции	Координаты, глубина, м		Типы поднятых пород
	касания	отрыва	
105	23°34,98' с.ш. 44°59,91' з.д. 4512	23°35,24' с.ш. 45°00,25' з.д.	Глыбы (до 40 см в поперечнике) и обломки грубозернистых (до пегматоидных) метагаббро, апогабброидных брекчий и катаклазитов, мелкозернистых габброгранулитов
130	24°26,827' с.ш. 46°07,247' з.д. 3085	24°27,467' с.ш. 46°06,552' з.д. 2722	Глыбы (до 60 см) и обломки (5—15 см) грубозернистых метагабброидов и метатроктолитов (около 35 % пробы) серпентинизированных перидотитов (около 55 %), гидротермально измененных метагабброидов (5 %), свежих пиллоу-базальтов (5 %). Мелкие обломки жильного кварца с вкрапленностью сульфидов
162	24°26,199' с.ш. 46°09,032' з.д. 3601	24°25,757' с.ш. 46°08,463' з.д. 3317	Обломки (7—15 см) афировых пиллоу-базальтов (около 30 % пробы), грубозернистых метагабброидов, габброгранулитов
192	24°25,492' с.ш. 46°08,723' з.д. 3590	24°25,901' с.ш. 46°07,849' з.д. 3327	Глыбы (до 60 см) и обломки (5—20 см) свежих пиллоу-базальтов (около 30 % пробы), катаклазированных грубозернистых метагаббро и метатроктолитов (45 %), серпентинизированных перидотитов (5 %), апогабброидных и апобазальтовых брекчий (около 10 %), гидротермально измененных базальтов с вкрапленностью сульфидов
67	25°51,30' с.ш. 44°57,40' з.д. 3089	25°50,65' с.ш. 44°58,00' з.д. 2867	Крупная (около 70 кг) глыба и обломки грубозернистого метагаббро, более мелкие обломки пиллоу-базальтов (около 10 % пробы)
74	26°06,80' с.ш. 44°53,95' з.д. 3930	26°07,05' с.ш. 44°54,05' з.д. 3574	Глыбы (до 40 см) и обломки пиллоу-базальтов, гидротермально измененных базальтов и брекчий с вкрапленностью сульфидов. Обломок (7×8×5 см) лейкократового гнейсовидного биотитового гранита

Внутренние Sm-Nd-изохроны для рассматриваемых пород соответствуют чаще всего значительно более молодым возрастам. Геологический смысл имеют, по-видимому, лишь изохроны, построенные по пироксену и породе в целом. Соответствующие им возрасты (1574±31 млн лет, обр. 162-5; 575±88 млн лет, обр. 130-14) оказываются близкими к модельным и предполагаемым эрохронным Sm-Nd-возрастам изученных пород и, очевидно, примерно отражают время их образования. Изохроны, построенные с использованием плагиоклаза, учитывая существенно более радиогенный изотопный состав Nd в этом минерале, скорее всего, лишены геологического смысла. Однако полностью исключить возможность того, что они (или, по крайней мере, некоторые из них) фиксируют время наиболее позднего преобразования габброидов, видимо, нельзя.

Судя по изотопным данным, в районе 24°с.ш. обнажаются разновозрастные (около 1600-1700 и 600 млн лет) базит-гипербазитовые комплексы, слагающие самостоятельные тектонические блоки на восточном склоне рифтовой долины (см. рис. 4).

Характеристика метагаббро и мигматит-гранита, драгированных в районе 26°с.ш., и предварительные результаты определений их возраста приводились в работе [Трухалев и др., 1990]. Эти данные получили подтверждение при последующих исследованиях. На древний возраст метагаббро (обр. 67-3) указывает сделанное А.Н. Комаровым трековое определение возраста выделенных из него цирконов - 280±70 млн лет или, скорее, более, поскольку при расчете не учитывалось возможное занижение возраста за счет природного отжига спонтанных треков. Данные по изотомам Sm и Nd также позволяют предполагать достаточно древний (около 600 млн лет) возраст этой породы.

Определение возраста мигматит-гранита представляется вполне надежным: К-Аг-датировки по биотиту редко дают завышенные результаты. Сомнение могло вызвать лишь местное происхождение этой необычной для срединно-океанического хребта типично

континентальной породы. Теперь получены изотопные свидетельства присутствия в этом регионе (23°с.ш.) реликтов континентальной коры. Поэтому находка здесь мигматит-гранита вполне естественна.

Заметим, что метаморфогенные гранитоиды, гранулит-чарнокиты и другие континентальные породы драгированы и в других районах Атлантики (зона разлома Атлантик, около 30°с.ш.); Азоро-Гибралтарский порог, хребет Рейкьянес и др. [*Силантьев и др., 1990*].

5. Химические составы плутологических пород из рифовой зоны САХ, 23—26° с.ш.

Компоненты	Метагаббро			Габбротроктолиты		Габброграну- литы	Оливиновое габбро
	105-4	192-21	192-23	130-14	130-17	162-5	67-3
SiO <sub>2</sub>	47,73	49,14	47,81	46,48	45,63	52,29	49,77
TiO <sub>2</sub>	0,38	0,25	0,19	0,14	0,05	0,46	0,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,46	20,39	17,85	10,41	24,25	17,80	15,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ	—	3,43	5,03	6,50	3,71	5,38	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,73	—	—	—	—	—	1,93
FeO	2,89	—	—	—	—	—	4,33
MnO	0,10	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08	0,14
MgO	10,39	8,10	11,61	23,04	11,65	8,05	10,49
CaO	12,49	13,30	12,56	10,93	9,47	12,19	13,96
Na <sub>2</sub> O	2,70	2,78	1,69	0,27	1,77	3,23	2,30
K <sub>2</sub> O	0,12	0,06	0,12	0,01	0,09	0,10	0,11
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,06
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,93	—	—	—	—	—	0,45
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,61	—	—	—	—	—	0,21
ППП	—	2,67	2,88	3,39	6,09	1,30	—
С у м м а	99,53	100,74	99,84	101,26	100,81	100,89	99,66
V	92,6	174	167	137	142	226	237
Cr	558	2650	4200	4200	4200	193	572
Ni	344	196	575	1210	661	112	168
Y	3,3	6,1	6,4	3,0	2,9	16,7	19,4
Zr	6,7	13,0	8,7	6,1	5,4	30,8	22,8
Nb	3,7	2,6	4,5	3,2	2,5	16,1	1,9
Yb	—	0,7	0,6	0,5	0,32	2,5	—
(Nb/Zr) <sub>N</sub>	5,6	2,05	5,3	5,4	4,8	5,4	0,83

Примечание. Петрогенные элементы даны в %, элементы-примеси — в г/т; 105-4, 192-21,...67-3 — номера образцов. Анализы выполнены в лаборатории ГГП «Севзапгеологин» (аналитики Н.Ф.Шмидова, Л.И.Малышева) и в химической лаборатории ГИН РАН (петрогенные элементы в образцах 67-3, 105-4 — аналитики З.В.Жигальцева, С.Н.Гордеева, И.А.Нефедова).

Подводя итог рассмотрению пород, драгированных в рифтовой зоне САХ в районе 23-26°с.ш., отметим их значительную геохимическую и изотопную гетерогенность, отражающую, по всей вероятности, соответствующую гетерогенность мантии и коры этого региона. Судя по изотопному составу Nd, все драгированные здесь метагабброиды являются производными в различной степени деплетированной мантии. Однако породы, драгированные в районе 23 и 24°с.ш., обогащены некогерентными элементами; (Nb/Zr)<sub>N</sub> составляет в них 4-5 и более, что заставляет предполагать метасоматическую переработку их глубинными флюидами. Кроме того, получены прямые и косвенные доказательства присутствия в этом регионе реликтов континентальной коры.

Приведенные выше оценки возраста глубинных пород САХ носят предварительный, приближенный характер и, несомненно, нуждаются в уточнении. Однако уже сейчас есть основания считать, что они имеют геологический смысл и отражают реальные геологические процессы. Об этом свидетельствует, прежде всего,



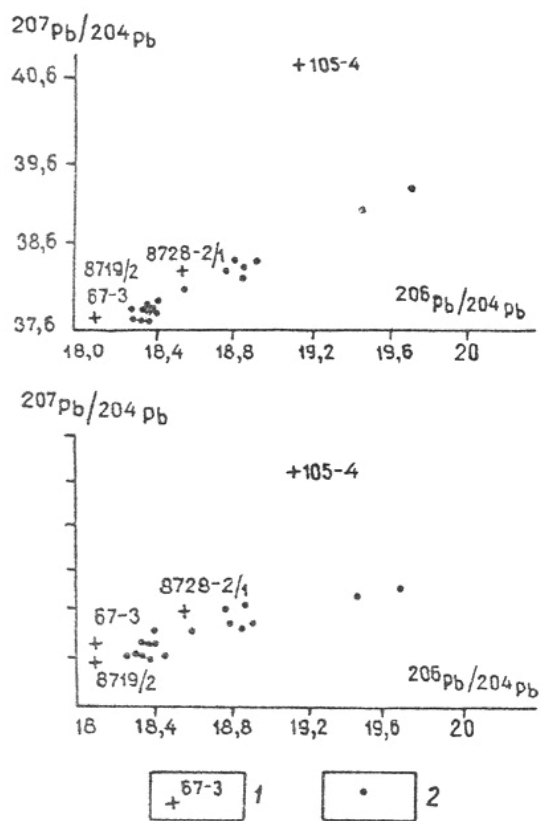


Рис. 5. Соотношение изотопов свинца в плагиоклазах из метагабброидов САХ:

1 — изученные образцы; 2 — базальты Срединно-Атлантического хребта [12]

близость датировок, полученных различными изотопными методами. Так, Pb-Pb-датировки цирконов из метагаббро (обр. 8719/2 и 105-4) примерно совпадают с эрохронным Sm-Nd-возрастом этих пород. Из практики геохронологических исследований известно также, что вероятность получения завышенных Pb-Pb-датировок (особенно для цирконов с низким содержанием обыкновенного свинца) невелика [Пушкарёв, 1990]. Поэтому полученный этим способом древний возраст с большой долей уверенности можно рассматривать как минимальное время образования датированных объектов. Косвенным указанием на реальность цифр древнего возраста глубинных пород САХ является совпадение большинства из них с пиками планетарной эндогенной активности (2,6; 1,6; 0,6 млрд лет и др.), установленными на основании большого числа изохронных датировок магматических, метаморфических и вулканогенно-осадочных пород Земли [Пушкарёв, 1990].

Проведенные исследования и известные публикации [Кеппежинская и др., 1990; Пейве, 1975; Силантьев, 1984; Силантьев и др., 1990; Miyashiro & Shido,

1980; Roden et al., 1984] позволяют составить определенное представление (скорее всего, далеко не полное, фрагментарное) о составе и возрасте глубинных пород САХ. Они представляют собой гетерогенные в геологическом и геохимическом отношении разновозрастные образования.

По данным на сегодняшний день в САХ могут быть выделены (или могут предполагаться) следующие комплексы древних пород:

архейские (около 4,5 млрд лет [Силантьев и др., 1990; Roden et al., 1984]) ультрабазиты, представляющие блоки древней мантии или реликты [Пейве, 1975] первичной серпентинит-ультрабазитовой оболочки Земли;

нижнепротерозойские (2,5-2,6 млрд лет) и, возможно, архейские вулканогенные и гипабиссальные базитовые породы, метаморфизованные в условиях эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций;

разновозрастные (1,9-2,2; 1,6-1,7; 1,1-0,6 млрд лет) расслоенные гипербазит-базитовые интрузивные породы;

нижнепротерозойские (1,55-1,7 млрд лет) метаморфогенные граниты, образовавшиеся при гранитизации древних базитовых пород;

фанерозойские метасоматические и магматические образования, сформировавшиеся в эпохи планетарной эндогенной активности.

Кроме того, здесь должны быть также интрузивные базиты, комагматичные комплексу океанических базальтов. Формирование базальтовой толщи океана происходило, по-видимому, на древнем докембрийском субстрате. В настоящее время этот субстрат преобразован, «расташен» и включен в разрастающуюся под океаном мантию, откуда в виде блоков-протрузий и тектонических брекчий выжат на поверхность дна океана.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анголо-Бразильский геотраверс. Батиметрическая карта масштаба 1:2 000 000 / Под ред. Ю.Е. Погребницкого, Г.Д. Нарышкина. - Л.; Наука, 1989.
2. Долгинов Е.А. Раннедокембрийские метаморфические комплексы на окраинах современных континентов. - М.: ВИЭМС. 1985.
3. Трухалев А.И., Силантьев С.А., Куренцова Н.А., Одинокоев Ю.Ю., Удинцев Г.Б., Колосов О.И., Федоров И.П., Ленников А.М., Васильева И.М., Друбецкой Е.Р. Древний К-Аг-возраст метагаббро и гранито-гнейса, драгированных в осевой части срединно-атлантического хребта, 26° с.ш. // Доклады АН СССР. 1990. Т. 311. № 6. С. 1447-1452.
4. Кебезинская П.К., Разницын Ю.Н., Дмитриев Д.А. Новые данные о строении, составе и возрасте неспрединговых блоков в районе разлома Долдрамс в Центральной Атлантике // Доклады АН СССР. 1990. Т.313. № 2. С. 415-420.
5. Пейве А.В. Тектоника Срединно-Атлантического хобота // Геотектоника. 1975. № 5. С. 3-17.
6. Пушкарев Ю.Д. Мегациклы в эволюции системы кора - мантия. - Л.: Наука. 1990.
7. Силантьев С.А. Метаморфические породы дна Атлантического океана. - М.: Наука, 1984.
8. Силантьев С.А., Дмитриев Л.В., Закариадзе Г.С. Породы континентальной и древней океанической коры в Атлантическом океане: вещественный состав и возможная тектоническая позиция // Магматизм и тектоника океанов (проект «Лотос»). М., 1990. С. 143-168.
9. Погребницкий Ю.Е., Горячев Ю.В., Осипов В.А. и др. Строение океанической литосферы по результатам исследований на Анголо-Бразильском геотраверсе // Советская геология. 1990. № 12. С. 8-21.
10. Bonatti E., Honnorez J., Ferrara G. Equatorial Mid-Atlantic Ridge: petrologic and Sr isotopic evidence for an alpine-type rock assemblage // Earth and Planet Sci. Lett. 1970. Vol. 9. №. 3 P. 247-256.
11. Helmstaedt H., Allen J.M. Metagabbro from DSDP hole 334: an example of high-temperature deformation and recrystallization near the Mid-Atlantic Ridge // Canadian Journal of Earth Sciences. 1977. Vol. 14. № 4. P. 886-898.
12. Ito E., White W.M., Gopel Chr. The O, Sr, Nd and Pb isotope geochemistry of MORB // Chemical Geology. 1987. Vol. 62. № 3/4. P. 157-176.
13. Karson J.A., Thompson G., Humpris S.E. et al. Along-axial variations in seafloor spreading in the MARK area // Nature. 1987. Vol. 328. №6132. P. 681-685.
14. Karson J.A., Dick H.J.B. Deformed and metamorphosed oceanic crust at the Mid-Atlantic Ridge // Ophiolity. 1984. Vol. 9. № 3. P. 279-302.
15. Miyashiro A., Shido F. Differentiation of gabbros in the Mid-Atlantic Ridge near 24 N // Geochemical Journal. 1980. Vol. 14. P. 145-154.
16. Roden M.K., Hart S.R., Frey F.A. et al. Sr, Nd and Pb isotopic and REE geochemistry of St. Paul's Rocks: the metamorphic and metasomatic development of an alkali basalts mantle source // Contrib. Miner. and Petrol. 1984. Vol.85. №4. P. 376-390.
17. Ozima M., Saito K., Matsuda J. et al. Additional evidence of existence of ancient rocks in the Mid-Atlantic // Tectonophysics. 1976. Vol.31. №1/2. P. 59-71.

Принята редколлегией  
31 августа 1992 г.

*Ссылка на работу:*



*Трухалев А.И., Погребницкий Ю.Е., Беляцкий Б.В., Куренцова Н.А., Васильева И.М. Древние породы в Срединно-Атлантическом хребте // Отечественная геология. 1993. № 11. С. 81-89.*