

А.Н.ЕВДОКИМОВ, д-р геол.-минерал. наук, профессор, *evdokimov48@list.ru*

А.Н.СИРОТКИН, канд. геол.-минерал. наук, доцент, *pechenga-67@yandex.ru*

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

В.С.ЧЕБАЕВСКИЙ, старший геофизик, *pechenga-67@yandex.ru*

НПП «Полярная морская геологоразведочная экспедиция», г. Ломоносов

A.N.EVDOKIMOV, Dr.in geol. & min. sc., professor, *evdokimov48@list.ru*

A.N.SIROTKIN, PhD in geol. & min. sc., associate professor, *pechenga-67@yandex.ru*

National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

V.S.CHEBAEVSKY, senior geophysicist, *pechenga-67@yandex.ru*

NPP «Polar Marine Geological Exploration expedition», Lomonosov

ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИЙ ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНОЙ МАГМАТИЗМ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН

Находки на северо-западе Шпицбергена гипабиссальных интрузивов основного и ультраосновного составов с повышенным содержанием щелочей и акцессорных минералов кимберлитов дали основание для более углубленных исследований района их распространения, определения закономерностей размещения в зоне глубинного субмеридионального разлома Брейбоген, изучения вещественного состава, обогащенного ксенолитами мантийного уровня: лерцолитами и верлитами. Позднепалеозойский возраст, совпадающий с возрастом кимберлитов Архангельского региона, и минерально-петрографический состав этих пород свидетельствуют о значительном сходстве с пироповой субфацией кимберлитового магматизма.

Ключевые слова: кимберлит, Шпицберген.

LATE PALEOZOIC ALKALINE-ULTRAMAFIC MAGMATISM IN SPITSBERGEN ARCHIPELAGOES

Findings in the northwest of Spitsbergen of the hypabyssal intrusions of mafic and ultramafic compositions with the increased content of alkalis and accessory minerals of kimberlite gave base for the more thorough studies of the region of their propagation, determination of laws governing the arrangement in the zone of the deep submeridional breaking zone Breybogen, study of the physical composition, enriched by xenolites of the mantle level: lherzolites and wehrlites. The Late Paleozoic age, which coincides with the age of kimberlite of Arkhangelsk region and the mineral-petrographical composition of these species testify about the significant similarity to the pyrope subfacies of kimberlitic magmatism.

Key words: kimberlite, Spitsbergen.

Гипабиссальные интрузивы основного и ультраосновного составов с повышенными содержаниями щелочей были установлены на архипелаге отечественными и зарубежными геологами в период геологических съемок в 1970-1980-х годов [5, 6].

Много позже, в 2002 г., впервые на Шпицбергене, на восточном берегу Экманфьорда, нами была обнаружена позднепалеозойская дайка пикритового долерита с высокохромистым пиропом, хромшпинелидами и хромдиопсидом – акцессорными минералами

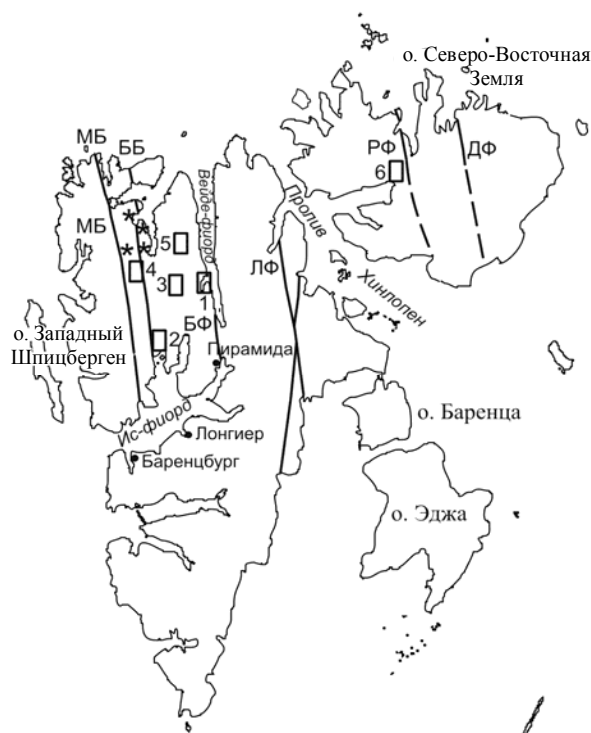


Рис.1. Архипелаг Шпицберген

Участки распространения позднепалеозойских даек:
1 – Кросспунтен, 2 – Экман-фиорд, 3 – Ландингдален,
4 – Рубинбреен, 5 – Пурпурдален, 6 – Рийп-фиорд;
зоны глубинных разломов: МБ – Монакобреен;
ББ – Брейбоген; БФ – Билле-фиорд; ЛФ – Лум-фиорд;
РФ – Рийп-фиорд; ДФ – Дуве-фиорд;
«*» – четвертичные вулканы с мантийными
ксенолитами в базальтоидах

кимберлитов [3, 8]. Эта находка дала основание для углубленного изучения района их распространения, определения закономерностей размещения в зоне глубинного субмеридионального разлома Брейбоген и всего Шпицбергена. В результате опробования пород в дайках были обнаружены ксенолиты кристаллических пород мантийного уровня: лерцолиты и верлиты, минералы-спутники алмазов. В итоге дайки сходного возраста и типа были переопробованы и исследованы на микрозонде.

Почти все участки выходов магматических тел приурочены к зонам глубинных разломов (рис.1). К зоне разломов Брейбоген приурочены и выходы четвертичных вулканов [4] архипелага с большим количеством включений мантийных ксенолитов.

По химическому составу щелочно-ультраосновные породы даек имеют некоторое сходство с кимберлитами Архангельской алмазонасной провинции. В них при-

сутствуют включения (размером до 7 см) мантийных пород – лерцолитов и верлитов. Среди акцессорных минералов присутствуют типоморфные минералы кимберлитов: пироп, хромдиопсид, самородный свинец, муассонит, а также бадделейт [3].

Дайковый комплекс имеет петрохимические и минералогические признаки, характерные для карбонатито-лампрофиров, щелочных базальтоидов и кимберлитов Архангельской кимберлитовой провинции, Кольского полуострова, а также для полей развития кимберлитов Гренландии. В этой связи полученные данные указывают на высокую вероятность обнаружения на Шпицбергене не только кимберлитоподобных пород, но и собственно кимберлитов.

Со времени открытия алмазов в кимберлитах интерес геологов к этим породам не угасает. Термин «кимберлит» предложил в конце XIX в. Х.Льюис для алмазонасной породы – порфирового вулканического перидотита базальтовой структуры – из района Кимберли в Южной Африке. По мнению большинства исследователей, кимберлит – это гипабиссальная ультраосновная порода с порфировой структурой, где порфировые вкрапленники сложены оливином, а стекловатая основная масса породы содержит серпентин, микрокристаллический пироксен, оливин, перовскит, магнетит и карбонаты [9]. По определению одного из ведущих специалистов алмазной геологии – В.А.Милашева, непременным условием отнесения ультраосновных и щелочно-ультраосновных эффузивов к кимберлитовой фации магматизма является наличие в них барофильных минералов – алмаза и (или) пиропового граната [7].

В этой связи находки пироба и других акцессорных минералов кимберлитов в ультраосновных и подобных лампроитам основных магматитах представляются весьма важными для возможности обнаружения новых кимберлитовых полей.

На севере острова Западный Шпицберген изученные тела расположены в пределах девонского грабена, выполненного терригенной толщей красноцветов и сероцветов. На востоке грабена они представлены протяженными дайками измененных

пикритов, а в западной части грабена – пикродолеритов и анкарамитов. На Северо-Восточной Земле дайки такого же типа сложены щелочными лампрофирами – камптонитами. Подобные породы по низкому содержанию кремнезема и наличию слюды были ранее выделены на архипелаге [5, 6] в составе лампрофировой формации.

На сегодняшний день с необходимой детальностью изучены два участка распространения даек: районы мыса Кросспюнтен и Экман-фьорда (рис.1). В районе мыса Кросспюнтен дайки почти вертикально пересекают ниже- и среднедевонские терригенные отложения и простираются на северо-северо-запад (350°), средняя мощность 0,7-1,0 м (при максимальной – 3,5 м); в обнажениях они прослежены от первых десятков метров до 1000 м (рис.2). Тела сложены кимберлитоподобными породами пироксен-оливинового состава (пикриты, щелочные пикриты, метапикриты). Структура пород порфировая, текстура массивная. В пикритах порфировые вкрапленники оливина почти нацело замещены карбонатным, серпентин-карбонатным, тальк-серпентин-карбонатным или кварц-карбонатным агрегатами. Основная масса представлена стеклом и микролитами преимущественно пироксенового состава.

По данным магниторазведки, дайки протягиваются на 3-4 км и более. Обычно они формируют тела сложной конфигурации, представленные разветвляющимися и соединяющимися дайками и их апофизами переменной мощности, с изгибами и поворотами. Такая структура тел указывает на то, что они формировались в условиях растяжения земной коры, когда магма основного-ультраосновного составов заполняла трещины отрыва. Общая площадь дайкового поля по геологическим и геофизическим наблюдениям может составлять 5×30 км и больше.

В районе Экман-фьорда закартированы две дайки, прорывающие породы нижнего девона. Они имеют северо-западное простирание при крутом ($60-70^\circ$) падении к юго-западу и мощность 0,7-1,0 м, а в обнажениях прослежены до 1000 м. Текстура

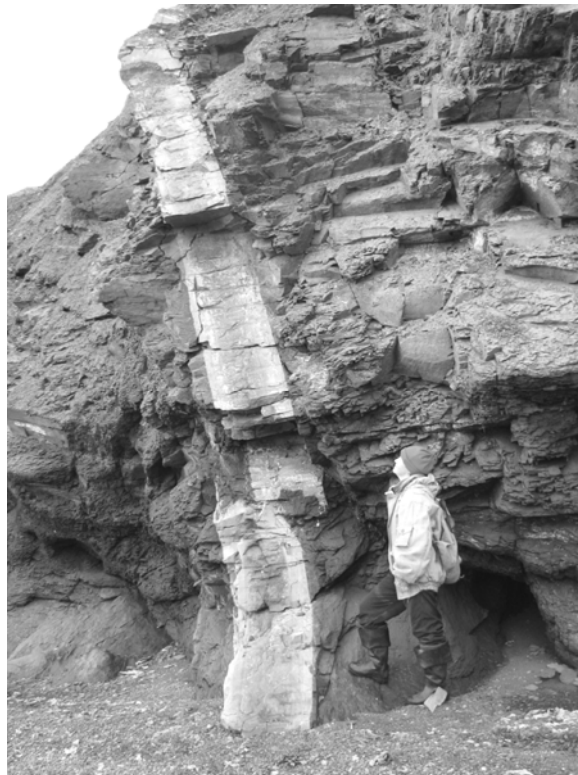


Рис.2. Дайка в береговом обрыве мыса Кросспюнтен, светлое в эндоконтактной зоне – интенсивная карбонатизация

пикродолеритов массивная, структура порфириовидная; фенокристы сложены в основном частично альбитизированным основным плагиоклазом, а основная масса состоит из длинных, до 0,5 мм, лейст плагиоклаза, между которыми находятся ксеноморфные выделения пироксена вблизи оси дайки или стекла у контакта. Оливин этих пород почти нацело карбонатизирован.

В широкой долине к северу от Экман-фьорда одна из описанных даек прослежена в магнитном поле на 2 км. Кроме того, выявлены изометричные магнитные аномалии, источником которых под 40-метровым чехлом четвертичных отложений являются крутопадающие уплощенные столбообразные тела, имеющие линзовидное сечение с размерами до 200 м.

Химический состав исследуемых пород по массовым содержаниям основных породообразующих элементов варьирует в широких пределах (табл.1). Наряду с низким содержанием SiO_2 (23,8-42,5 %), в них небольшое количество MgO (3,7-15,7 %),

Таблица 1

Составы пород и минералов из палеозойских кимберлитоподобных даек Шпицбергена.
(в числителе – пределы значений оксидов, %; в знаменателе – среднее содержание, %)

Оксиды	Магматические породы ¹		Минералы из пикритов ²			Минералы из пикродолеритов ²		
	Пикриты (14) ³	Базальт (10)	Клино-пироксены (13)	Пиропы (16)	Хром-шпинелиды (10)	Клино-пироксены (3)	Пиропы (3)	Хром-шпинелид (1)
SiO ₂	<u>23,77-37,36</u> 32,31	<u>34,97-42,45</u> 37,43	<u>51,39-55,25</u> 53,03	<u>41,97-43,04</u> 42,53	<u>0-0,42</u> 0,04	<u>54,82-55,03</u> 54,89	<u>40,47-41,11</u> 40,76	н.о.
TiO ₂	<u>1,55-2,87</u> 2,22	<u>3,07-3,88</u> 3,58	<u>н.о.⁴-0,67</u> 0,15	<u>н.о.-0,83</u> 0,11	<u>0-0,67</u> 0,22	н.о.	<u>0,33-0,83</u> 0,50	0,83
Al ₂ O ₃	<u>8,45-11,68</u> 9,68	<u>10,87-12,45</u> 11,61	<u>н.о.-6,43</u> 3,98	<u>20,04-23,06</u> 22,32	<u>16,15-54,63</u> 41,26	н.о.	<u>17,20-20,79</u> 18,90	6,05
Cr ₂ O ₃	Не анализировалось		<u>0,44-1,61</u> 1,15	<u>0,29-2,19</u> 0,96	<u>10,23-50,94</u> 24,35	<u>0,44-0,73</u> 0,58	<u>1,46-6,14</u> 4,43	53,95
Fe ₂ O ₃ ⁵	<u>7,18-12,94</u> 11,04	<u>10,15-14,91</u> 13,32	<u>0,18-3,60</u> 1,80	<u>5,47-8,47</u> 6,82	<u>4,97-12,46</u> 7,11	<u>0-0,70</u> 0,23	<u>4,73-6,91</u> 6,10	12,83
FeO ⁵	Не анализировалось		<u>0-2,52</u> 1,12	<u>0-2,59</u> 1,09	<u>2,19-11,69</u> 7,50	<u>0,65-1,16</u> 0,95	<u>0,83-2,69</u> 1,76	13,67
MnO	<u>0,11-0,25</u> 0,18	<u>0,16-0,21</u> 0,19	н.о.	<u>н.о.-0,26</u> 0,12	н.о.	н.о.	<u>н.о.-0,52</u> 0,17	н.о.
MgO	<u>4,85-15,71</u> 9,55	<u>3,66-6,94</u> 5,33	<u>14,59-19,57</u> 18,09	<u>20,73-21,89</u> 21,28	<u>14,97-21,72</u> 19,11	<u>17,91-20,07</u> 19,07	<u>22,64-24,54</u> 23,83	13,1
CaO	<u>9,89-23,66</u> 16,33	<u>13,61-17,80</u> 15,77	<u>16,78-25,31</u> 19,36	<u>4,48-5,03</u> 4,67	н.о.	<u>23,64-24,06</u> 23,83	<u>3,36-5,17</u> 4,15	н.о.
Na ₂ O	<u>0,25-2,48</u> 1,57	<u>1,90-2,66</u> 2,13	<u>н.о.-2,43</u> 1,08	н.о.				
K ₂ O	<u>0,44-3,62</u> 1,44	<u>0,13-0,44</u> 0,25	н.о.					
P ₂ O ₅	<u>0,34-0,56</u> 0,44	<u>0,22-2,49</u> 0,49	Не анализировалось					
Ппп	<u>8,5-22,6</u> 14,54	<u>5,10-11,40</u> 9,56						
S	<u>0,13-1,59</u> 0,36	<u>0,05-0,17</u> 0,09						

¹ Аналитик В.И.Погребной, партия ЯФМ, ПМГРЭ, Ломоносов.

² Аналитик Ю.Л.Крецер, Механобр-Аналит, С.-Петербург.

³ В скобках – количество проанализированных проб.

⁴ н.о. – не обнаружено.

⁵ Для минералов FeO и Fe₂O₃ рассчитывались из FeOt по стехиометрии

высокие содержания Al₂O₃ (8,5-12,5 %), CaO (9,9-23,7 %) и TiO₂ (1,55-3,88 %). Сумма щелочей колеблется от 2,49 до 4,29 %, что, в соответствии с петрографическим кодексом [9], позволяет отнести породы к щелочным. Тип щелочности пикритов мыса Кросспюнтен – калиево-натриевый и калиевый, а у пикродолеритов Экман-фьорда – натриевый. Породы диагностированы по совокупности признаков: структуре, минеральному и химическому составу, с поправкой последнего на вторичные изменения [13].

Наблюдается существенное подобие составов шпицбергенских магматитов с неслюдяными и слюдяными кимберлитами Южной Африки и полевых составов оливиновых лампроитов Восточно-Европейской провинции (ВЕП) и Канады на графике соотношений содержаний Ti и K (рис.3).

В некоторых дайках пикритов наблюдается заметная дифференциация элементов в поперечном сечении. От центра тела к его краям увеличиваются содержания CaO, Al₂O₃, TiO₂, K₂O, S и летучих и уменьшаются SiO₂, MgO, Fe₂O₃, Na₂O, P₂O₅,

что согласуется с измененностью породы, которая также усиливается от центра к краям (см. рис.2). О глубинности происхождения пикритов свидетельствуют немногочисленные включения в них ксенолитов шпинелевых лерцолитов и пироксенитов размером до 5 см.

При сравнении по петрохимическим признакам даек Шпицбергена с одновозрастными щелочными ультрабазитами других регионов устанавливается их промежуточная позиция между кимберлитами Зимнего Берега и Гренландии, в то время как с разнообразными породами того же типа Кольского полуострова отмечается определенное сходство на факторной диаграмме [1] (рис.4). Здесь поля кимберлитов Зимнего Берега и Гренландии по значениям I фактора (щелочность – магнезиальность) разведены в диаметрально противоположные части диаграммы, в то же время поле пород Кольского полуострова занимает центральную часть диаграммы, частично перекрывая справа и слева поля кимберлитов обоих указанных районов. Поле шпицбергенских даек также располагается в центральной части диаграммы, в поле пород Кольского полуострова, частично соприкасаясь с полем кимберлитов Гренландии. С нашей точки зрения, в данном случае логично говорить о существовании определенного тренда, результатом чего является закономерная смена составов щелочно-ультраосновных пород в направлении с северо-запада (Гренландия) на юго-восток (через Шпицберген и Кольский полуостров) до Зимнего Берега Архангельской области.

Геологический возраст одной из даек пикродолеритов Экман-фьорда определен в обнажении. Дайка рассекает нижнедевонские красноцветы и перекрывается карбонатными отложениями среднего карбона. Абсолютный возраст пикритов определен рубидий-стронциевым и калий-аргоновым методами в лаборатории ИГГД РАН и соответствует раннекарбонному времени, что коррелируется с абсолютными датировками кимберлитов Архангельской алмазоносной провинции (табл.2).

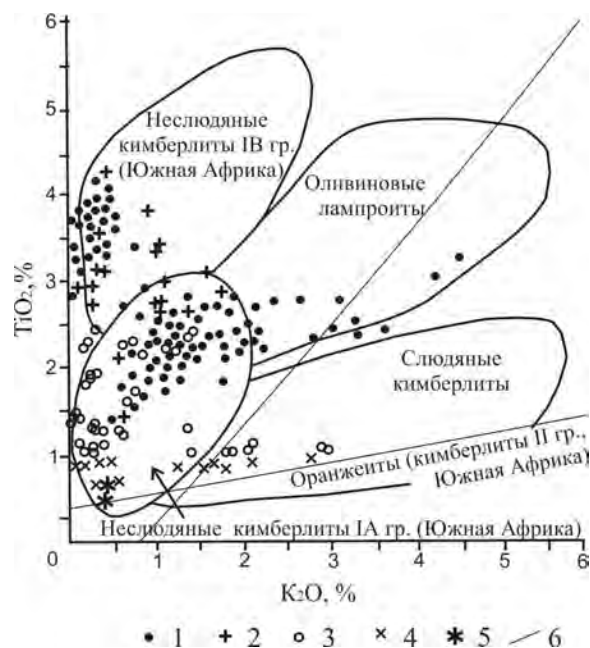


Рис.3. Вариации содержаний TiO_2 и K_2O в кимберлитах ВЕП, Южной Африки, Канады и Шпицбергена на диаграмме

- 1 – кимберлитоподобные породы Шпицбергена;
2–4 – кимберлиты севера Восточно-Европейской платформы:
2 – высокотитанистые, 3 – умеренно-титанистые,
4 – низкотитанистые; 5 – афанитовые кимберлиты трубки Джериго, Канада; 6 – границы полей различных групп кимберлитов Южной Африки

Таблица 2

Абсолютный возраст даек Шпицбергена, млн лет [8]

Дайка (номер пробы)	Метод анализа	
	Rb-Sr	K-Ar
2 (41-23)	$334,8 \pm 3,8$	$357 \pm 28,6$
3 (41-24)	$315,0 \pm 3,0$	$297 \pm 23,8$
222-7	$326,8 \pm 2,6$	$422 \pm 33,8^*$

* Возможно, ошибка этого определения значительно выше.

В протоочных минералогических пробах массой до 5 кг из одного тела обнаружены акцессорные минералы кимберлитов: гранаты пиропового состава, хромсодержащий диопсид, хромшпинелиды.

Пиропы диагностированы по цвету, показателю преломления и химическому составу. Они присутствуют в виде единичных ксеноморфных зерен размером 0,2-0,8 мм, розового и красного с сиреневатым оттенком цветов в пикритах и фиолетово-красного цвета в карбонизированном базальте. В гранатах из пикродолерита

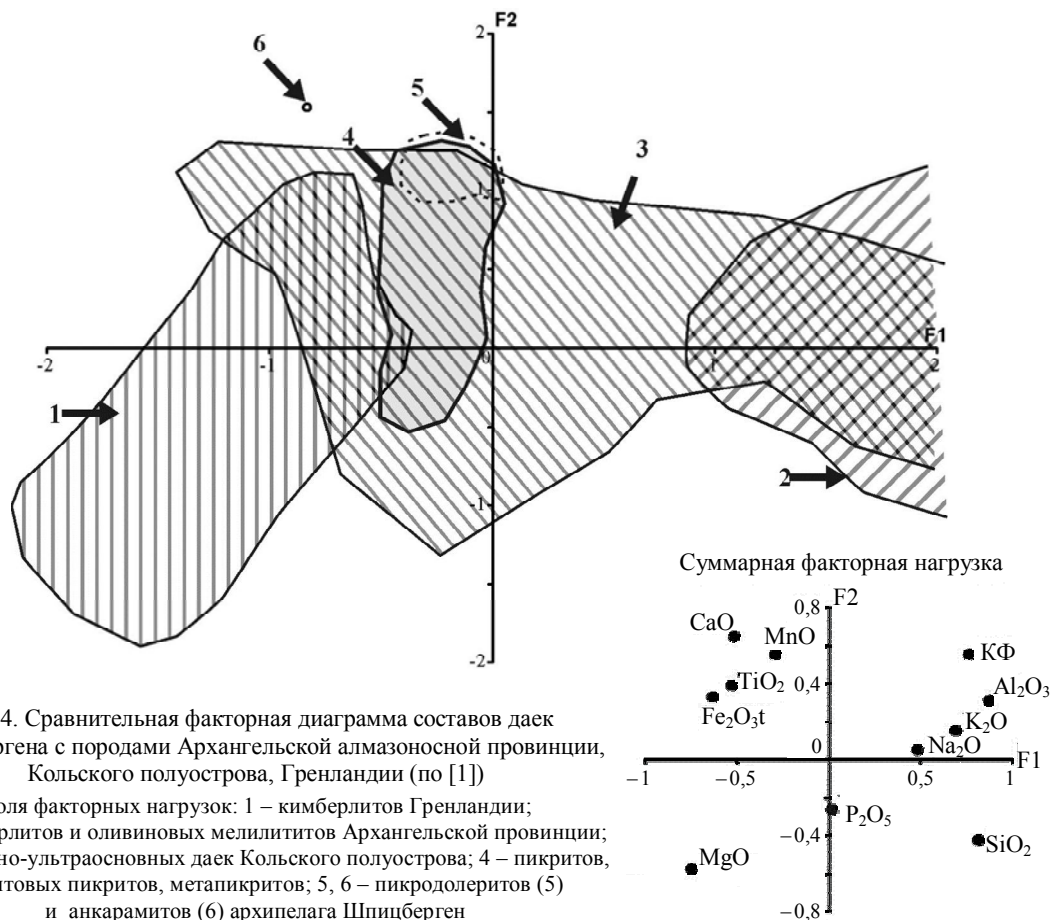


Рис.4. Сравнительная факторная диаграмма составов даек Шпицбергена с породами Архангельской алмазоносной провинции, Кольского полуострова, Гренландии (по [1])

Поля факторных нагрузок: 1 – кимберлитов Гренландии; 2 – кимберлитов и оливиновых мелилититов Архангельской провинции; 3 – щелочно-ультраосновных даек Кольского полуострова; 4 – пикритов, биотитовых пикритов, метапикритов; 5, 6 – пикродолеритов (5) и анкармитов (6) архипелага Шпицберген

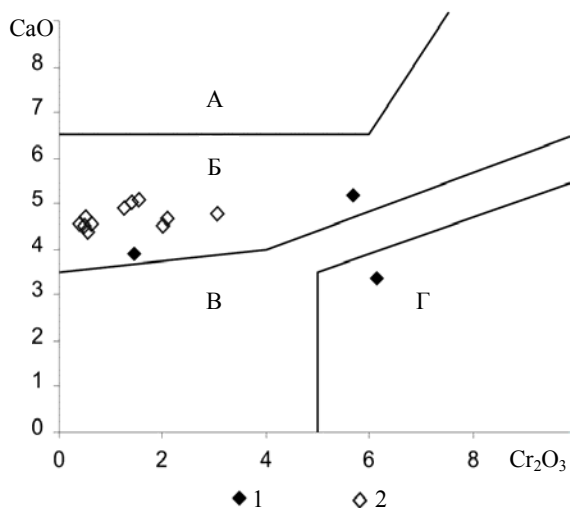


Рис.5. Особенности распределения Cr_2O_3 -CaO в пиропе из даек архипелага Шпицберген

Поля составов гранатов из глубинных включений по [12]: А – верлитов; Б – лерцолитов; В – дунит-гарцбургитов; Г – поле пиропов, включенных в алмаз; 1-2 – пиропы из даек архипелага Шпицберген: 1 – из дайки пикродолерита в Экман-фиорде; 2 – из даек пикритов мыса Кросспюнтен

содержание MgO колеблется от 22,1 до 24,5 %, а Cr_2O_3 – от 1,5 до 6,1 %. В гранатах из пикритов содержание MgO и Cr_2O_3 ниже: соответственно 20,7-21,9 и 0,3-2,2 %. Одно из трех зерен минерала из пикродолеритовой дайки по особенностям распределения Cr_2O_3 -CaO попадает в поле пиропов алмазной парагенетической ассоциации (рис.5), а составы всех остальных зерен характерны для пиропов лерцолитового парагенезиса в кимберлитах.

Хромдиопсиды встречаются в единичных ксеноморфных зернах размером 0,1-0,5 мм изумрудно-зеленого цвета. Содержание Cr_2O_3 в них варьирует от 0,4 до 1,6 % (см. табл.1). Хромдиопсиды из пикритов Шпицбергена по количеству MgO , CaO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 сходны с пироксенами из лампроитов, а хромдиопсиды [11] из пикродолерита соответствуют таковым из алмазосодержащих нодулей в кимберлитах (рис.6).

Хромшпинелиды присутствуют в виде обломочных и идиоморфных зерен в

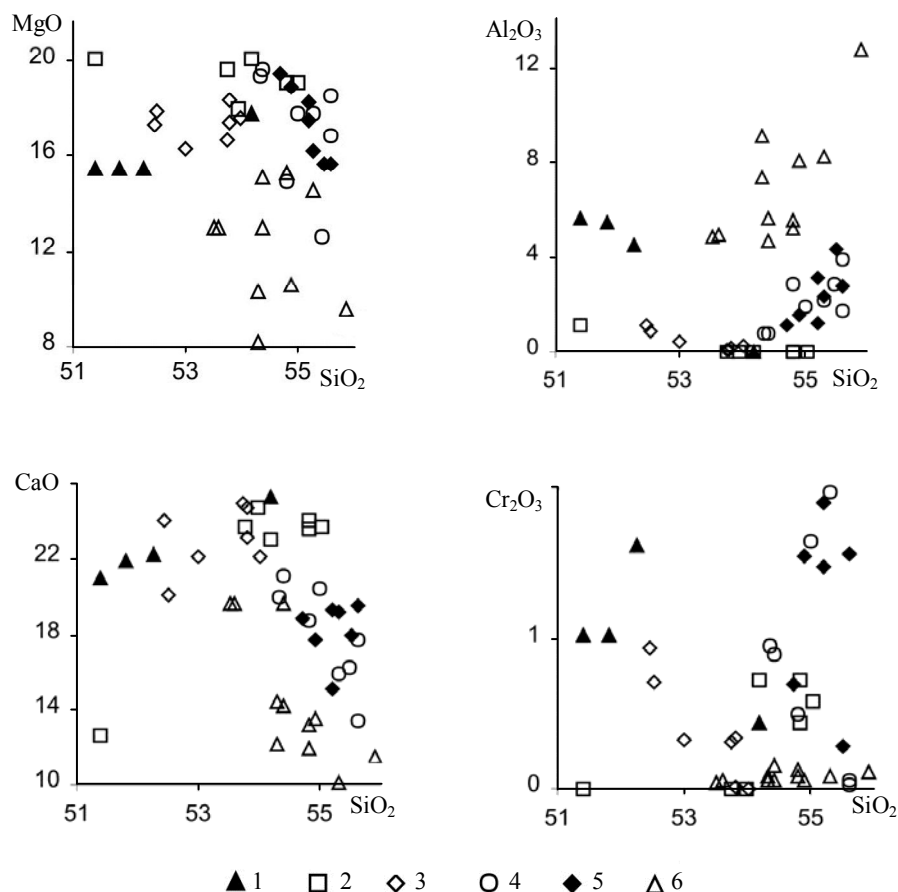


Рис.6. Сопоставление составов пироксенов из даек Шпицбергена с пироксенами из кимберлитов и лампроитов (с использованием данных [10])

1-2 – пироксены из даек Шпицбергена: 1 – пикритов мыса Кросспонтен, 2 – пикродолеритов Экман-фьорда; 3 – пироксены из лампроитов Австралии; 4-6 – пироксены из кимберлитов Якутии: 4 – из алмазосодержащих нодулей; 5-6 – включенный в алмаз: 5 – ультраосновной парагенезис, 6 – эклогитовый парагенезис

количестве до первых долей процента тяжелой фракции. Размер зерен 0,2-0,8 мм, цвет черный и коричнево-черный. Содержание Cr_2O_3 варьирует в широких пределах: от 10,2 до 54 % (см. табл.1). На сводной диагностической диаграмме (рис.7) хромшпинелиды из даек Шпицбергена попадают в поле составов хромшпинелей из алмазосодержащих кимберлитов и лампроитов.

Таким образом, впервые для Шпицбергена установлены пиропы и хромдиопсиды алмазной ассоциации. Если термин кимберлит считать петрологическим понятием, объединяющим группу гипабиссальных мафит-ультрамафитовых пород, содержащих высокобарические минералы – алмаз и пироп [5], то пикритовые дайки Шпицбергена следует отнести к кимберлитам пироповой субфации. Это значит, что на Шпиц-

бергене обнаружена новая кимберлитовая провинция или фрагмент одновозрастной Архангельской провинции. Следовательно, здесь могут быть найдены алмазосодержащие трубки взрыва. В частности, верхняя кромка магнитовозмущающего тела, расположенного в осевой части долины к северу от Экман-фьорда, зафиксирована на глубине около 40 м. Тело перекрыто в основном современными осадками ледникового происхождения (рис.8) и легко может быть вскрыто буровыми скважинами.

Вызывают обоснованный интерес песчаники верхнего девона – нижнего карбона свиты Мимердален (район к западу от рудника Пирамида), в тяжелой фракции которых отмечено высокое содержание минералов мафит-ультрамафитовых пород (пироксены, оливин, гранаты, хромшпинелиды

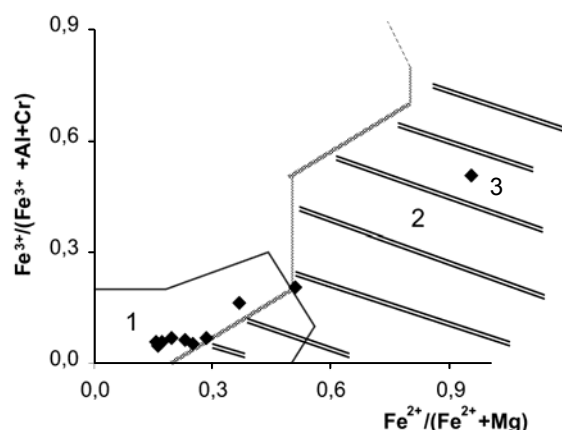


Рис.7. Особенности состава хромшпинелидов в координатах $\text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}) - \text{Fe}^{3+}/(\text{Fe}^{3+} + \text{Al} + \text{Cr})$ [2] и хромшпинелидов из даек архипелага Шпицберген 1-2 – поля составов хромшпинелидов из: 1 – алмазоносных кимберлитов и лампроитов, 2 – неалмазоносных пород некимберлитовой природы; ромбы – хромшпинелиды из палеозойских даек Шпицбергена

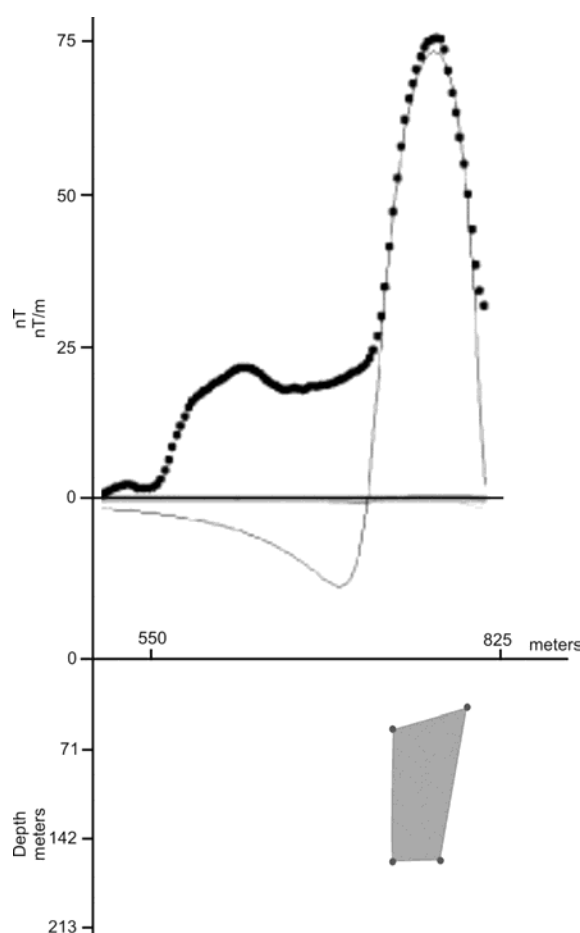


Рис.8. Результаты компьютерного моделирования магнитовозмущающего тела на берегу Экман-фьорда (аномалия на ПР 75)

и др.). Учитывая природу этой континентальной толщи и ее возраст, а также наличие дайкового поля Кросспюнтен непосредственно к северу от площади распространения пород свиты Мимердален и возраст кимберлитов, можно предположить, что накопление осадков происходило в том числе и за счет разрушения пород ультраосновного состава. Следовательно, здесь вполне вероятно обнаружение древних погребенных россыпей кимберлитовых минералов, включая алмазы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурнаева М.Ю. Минералогические особенности палеозойских даек архипелага Шпицберген: Автореф. канд. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / ВСЕГЕИ. СПб, 2012. 20 с.
2. Ваганов В.И. Хромшпинелиды, как индикатор алмазоносности / В.И.Ваганов, И.П.Илупин, А.И.Кочеров // Руды и металлы. 1999. № 3. С.35-47.
3. Дайки кимберлитоподобных пород архипелага Шпицберген / А.Н.Евдокимов, А.Н.Сироткин, А.М.Тибеньков, М.Ю.Бурнаева, Е.С.Радица // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. Т.2. С.80-85.
4. Евдокимов А.Н. Вулканы Шпицбергена / ВНИИОкеангеология. СПб, 2000. 124 с.
5. Ковалева Г.А. Послархейская базит-гипербазитовая ассоциация архипелага Шпицберген // Геология Шпицбергена / ПГО «Севморгеология». Л., 1983. С.185-190.
6. Красильщиков А.А. Главные этапы формирования каледонид Гренландии, Шпицбергена и Скандинавии (геотектоника фундамента континентальной окраины Северной Атлантики) // Геотектонические предпосылки к поискам полезных ископаемых на шельфе Северного Ледовитого океана. Л.: Наука, 1974. С.51-61.
7. Милашев В.А. История познания, терминологические аспекты и современная систематика кимберлитовых пород // Геология и геофизика. 1991. № 6. С.26-34.
8. Первая находка аксессуарных минералов кимберлитов в мафит-ультрамафитовых дайках Шпицбергена / А.Н.Евдокимов, М.Ю.Бурнаева, Е.С.Радица, А.Н.Сироткин // ДАН РАН. 2006. Т.407. № 2. С.275-279.
9. Петрографический кодекс. Магматические и метаморфические образования / ВСЕГЕИ. СПб, 1995. 127 с.
10. Полигенные источники кимберлитов, составы магм и алмазоносность (на примере Восточно-Европейской и Сибирской платформ) / О.А.Богатиков, В.А.Кононова, А.А.Носова, А.В.Каргин // Петрология. 2009. № 6. С.651-671.
11. Породообразующие пироксены / Н.Л.Добрецов, Ю.Н.Кочкин, А.П.Кривенко, В.А.Кутолин. М.: Наука, 1971. 454 с.
12. Соболев Н.В. Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии. Новосибирск: Наука, 1974. 264 с.

13. *Le Bas M.J.* IUGS Reclassification of the High-Mg and Picritic Volcanic Rocks // *Journal of Petrology*. 2000. V.41. № 10. P.1467-1470.

REFERENCES

1. *Burnaeva M.Yu.* Mineralogical specialization of The Paleozoic dikes in Spitsbergen archipelago: Research Paper...PhD in geol. & min. sc. / VSEGEI. Saint Petersburg. 2012. 20 p.
2. *Vaganov V.I., Ilupin I.P., Kocherov A.V.* Cr-Spinelites as diamond-ferrous indicator // *Ores and Metals*. 1999. N 3. C.35-47.
3. *Evdokimov A.N., Sirotkin A.N., Burnaeva M.Yu., Tebenko A.M.* Dikes of kimberlite-like rocks Svalbard // *Integrated studies of nature of Svalbard. Apatites*: KSC RAS. 2003. V.2. C.80-85.
4. *Evdokimov A.N.* Volcanoes In Spitsbergen / Published in VNIIOkeangeologiya. Saint Petersburg, 2000. 124 p.
5. *Kovaleva G.A.* Post-Archean basit-giperbasitic Association of Spitsbergen // *Geology of Spitzbergen / Sevmorgeologia*, PGO. Leningrad, 1983. P.185-190.
6. *Krasilshikov A.A.* Main phases of Greenland, Svalbard kaledonides and Scandinavian (Geotektonican Foundation of the continental margin of North Atlantic) //

Geotektonic prerequisites to finding mineral deposits on the shelf of the Arctic Ocean-I. Leningrad: Nauka, 1974. P.51-61.

7. *Milashev V.A.* History of cognition, terminological aspects and modern systematics of kimberlite rock // *Geology and Geophysics*. 1991. N 6. P.26-34.
8. *Evdokimov A.N., Burnaeva M., Radina E.S., Sirotkin A.N.* The First find of the accessory minerals of kimberlites in mafit – ultramafitic dikes in Spitsbergen. // *DAN*. 2006. V.407. N 2. P.275 -279.
9. *Petrographic codex. Igneous and metamorphic rocks / VSEGEI. Saint Petersburg, 1995. 127 p.*
10. *Bogatikov O.A., Kononova V.A., Nosova A.A., Kargin A.V.* Poligennye sources of kimberlitic magma, magmatic compositins and diamond ferrous (in the East-European and Siberian platform example) // *Petrology*. 2009. N 6. P.651-671.
11. *Dobrecov N.I., Kochkin Y.N., Kutolin V.A., Krivenko A.P.* Rock-forming pyroxene. Moscow: Nauka, 1971. 454 p.
12. *Sobolev N.V.* Deep inclusions in kimberlites and the problem of the Upper Mantle. Novosibirsk: Nauka, 1974. 264 p.
13. *Le Bas M.J.* IUGS Reclassification of the High-Mg and Picritic Volcanic Rocks // *Journal of Petrology*. 2000. V.41. N 10. P.1467-1470.