

ставляет 0,2-9, что свойственно для цирконов, кристаллизовавшихся в субсолидусных условиях гранулитовой фации в ассоциации с гранатом. Для некоторых образцов установлены более высокие значения этого отношения (35-40), характерные для цирконов, образованных в равновесии с анатектическими расплавами. Наименьшие конкордантные значения возраста – 326 ± 13 млн. лет и 261 ± 3 млн. лет – определены для обломков призматических кристаллов с хорошо выраженной осцилляционной магматической зональностью.

Верхняя мантия региона по данным исследования глубинных ксенолитов сложена шпинелевыми перидотитами, в различной степени подверженных процессам метасоматоза и парциального плавления. Содержание модалного оливина в ксенолитах и его состав показывают, что литосфера под докембрийской корой Кольского полуострова имеет сходство с фанерозойской литосферной мантией, и точки состава ксенолитов расположены в пределах «океанического тренда». Степень плавления пород верхней мантии, оцененная по составу клинопироксена, колеблется от 7-8% до 15-20%, что соответствует объему расплава, необходимому для формирования расслоенных интрузий перидотит-пироксенит-габброноритового состава и связанных с ними вулканитов с возрастом 2,4-2,5 млрд. лет. Более поздние процессы модалного метасоматоза (образование амфибола, клинопироксена, апатита, ильменита) привели к обогащению литосферы рядом редких элементов и были обусловлены взаимодействием девонского плюма с породами верхней мантии. Процессы метасоматоза происходили непосредственно перед образованием расплавов, исходных для девонских щелочно-ультраосновных интрузий с карбонатитами и ультраосновных лампрофиров, для которых начальные отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ и $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ варьируют, соответственно, от 0.70445 до 0.711126 и от 0.51216 до 0.51226. В породах и минералах щелочно-ультраосновных интрузий выявлено высокое содержание ^3He в захваченном флюиде с низким первичным отношением $^4\text{He}/^3\text{He}$ ($3 \cdot 10^4$). Эти данные указывают на присутствие во флюидной фазе компоненты мантийного плюма, обогащенной ^3He . Вклад нижней мантии, верхней мантии и атмосферы при образовании рассматриваемых пород оценивается как 2%, 97,95% и 0,05% соответственно [6].

Грант РФФИ 07-05-00100, программа №4 приоритетных исследований ОНЗ РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаров Н.В. Литосфера Балтийского щита по сейсмическим данным. Апатиты: Кольский научный центр. 1993. 145 с.
2. Строение литосферы российской части Баренц-региона. Петрозаводск: изд. Кар.НЦ РАН, 2005. 318 с.
3. Березовский Н.С., Галдин Н.Е., Кузнецов Ю.И. Геофизические исследования сверхглубоких скважин (Кольской и Новелховской) как основа интерпретации геологического строения кристаллического фундамента. Тверь: АИС. 2006. 395с.
4. Кольская сверхглубокая. Научные результаты и опыт исследования. М.: Изд-во МПР. 1998. 260 с.
5. Бибилова Е. В., Ветрин В. Р., Кирилова Т. И., и др. Геохронология и корреляция пород нижней части разреза Кольской сверхглубокой скважины. // Докл. РАН. 1993. Т. 332. № 3. С. 360-363.
6. Tolstikhin I.N., Kamensky I.L., Marty B. et al. Rare gas isotopes and parent trace elements in ultrabasic-alkaline carbonatite complexes, Kola Peninsula: identification of lower mantle plume component // Geochim. et Cosmochim. Acta. 2002. V. 66. N. 5. P. 881-901.

ОСОБЕННОСТИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ И ГЕОДИНАМИКИ БАРЕНЦЕВО-КАРСКОГО РЕГИОНА

Винокуров И.Ю.¹, Каленич А.П.¹, Егоров А.С.²

¹Федеральное государственное унитарное научно-производственное предприятие по морским геологоразведочным работам «Севморгео», г. Санкт-Петербург

² Санкт-Петербургский Государственный Горный институт имени Г.В.Плеханова (Технический Университет), г. Санкт-Петербург

Западная арктическая окраина Евразии относится сегодня к типу обычных пассивных континентальных окраин. Однако в строении Баренцево-Карского шельфа имеются весьма специфические отличия от атлантического тектонотипа.

К ним относятся:

- огромная площадь шельфовой зоны;
- наличие на шельфе переуглубленных областей [7];
- развитие многочисленных зон тектоно-магматической (метасоматической) активизации;
- проявление современного вулканизма в пределах коллизионных структур [3];
- развитие коллизионных дислокаций (как в периферических – Западный Шпицберген, Северная Земля, Таймыр, так и во внутренних областях шельфа – Новая Земля, Вайгач).

Сложившиеся на сегодняшний день представления о геологической структуре Баренцево-Карского региона достаточно разнородны и несколько противоречивы. Среди многих представлений доминируют две

альтернативные концепции. На картах перспектив нефтегазоносности СССР, созданных в 1986-1987 годах, воплощены идеи развиваемые школой И.С. Грамберга [1]. На тектонических картах арктического шельфа России, изданных в последнее десятилетие, отражена концепция Н.А. Богданова и В.Е. Хаина.

В представлениях последователей идей И.С. Грамберга Баренцево-Карский регион рассматривается как часть единого Арктического нефтегазоносного супербассейна.

Согласно второй концепции Баренцево-Карская часть арктического шельфа принадлежит: на западе – окраине Свальбардской плиты, а на востоке – Карской, которая с юга ограничена Западно-Сибирским бассейном. Свальбардская и Карская плиты характеризуются гренвильским возрастом стабилизации фундамента [6]. Фундамент Западно-Сибирского бассейна имеет гетерогенное строение.

Обе концепции имеют свои допущения, но это не умаляет их многих конструктивных качеств. В указанных построениях общим местом, вытекающим из анализа глубинного строения Баренцево-Карского шельфа, является констатация факта блокового структурирования его фундамента.

В соответствии с концепцией Общероссийской программы создания сети опорных профилей и глубоких опорных скважин, на Баренцево-Карском шельфе ФГУНПП «Севморгео» проведены следующие работы:

– на профиле 1-АР – от Кольского п-ова до Земли Франца Иосифа;

– на профиле 2-АР – от Ямала через Новую Землю до поднятия Персея;

– на профиле 3-АР – от района Соловецких островов в Белом море через Мезенскую впадину, Печорский шельф, морское продолжение Пай-Хоя, Южно-Карскую впадину и Северо-Сибирский порог до о.Пионер архипелага Северная

Земля на северо-востоке Карского моря;

– на профиле 4-АР – от п-ова Таймыр через акватории северных частей Карского и Баренцева морей южнее Земли Франца Иосифа до о.Виктория.

Параллельно этим исследованиям ФГУНПП «Севморгео» были выполнены геофизические обобщения площадных исследований гравитационного и магнитного полей практически на всю территорию Баренцево-Карского региона.

Основным результатом выполненных работ явилось:

✓ освещение глубинной структуры шельфа на всю мощность земной коры,

✓ увязка результатов профильных и площадных исследований на морском шельфе и континентальным отрезкам региональных геотраверзов,

✓ структурно-тектоническое районирование Баренцево-Карского региона.

Достигнутый уровень изученности позволил построить глубинную геологическую модель шельфовой плиты, зон ее сочленения с сопредельными тектоническими блоками континентов, и, на этой основе, изучить особенности тектоники и истории формирования структур земной коры и верхней мантии, расположенных в рассматриваемой переходной континентально-океанической зоне.

1. Современный тектонический рисунок докембрийского кристаллического фундамента Баренцево-Карского региона определяется конфигурацией взаимодействия крупных блоков: Свальбардской (Баренцевской) плиты, Тимано-Печорской плиты, отделенных узким поясом Пайхойско-Новоземельской складчатой системы от Карской плиты. В южной части Карского палеобассейна палеозойский осадочный чехол подстилается базитовым слоем, интерпретируемым как реликт древнего остаточного океанического бассейна.

Общая структура блоков фундамента, особенности зон их взаимодействия достаточно отчетливо диагностируются при районировании гравитационных и магнитных полей, а также по профилям опорной сети (2-АР, 3-АР и 4-АР).

Перечисленные выше блоки фундамента, их границы фиксируются по геологическим данным. Определение тектонического возраста комплексов фундамента базируется на прямых геологических наблюдениях, осуществляемых в пределах территорий арктических островов и суши, данных изотопных датировок и изучении возраста низов рифейско-палеозойского осадочного чехла на основании палеонтологических данных.

2. Среди прочих островных сооружений Баренцево-Карского региона Вайгач и Новая Земля занимают особое положение. Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Северная Земля расположены вдоль внешнего обрамления шельфа. В отличие от них складчатые сооружения Вайгача и Новой Земли являют собой внутриплитное образование, разделяющее современный шельф на западный и восточный секторы. Поэтому островные территории Новой Земли и Вайгача являются ключевым элементом для реконструкции истории развития различных блоков Баренцево-Карского региона.

Анализ истории становления докембрийского фундамента Вайгачско-Новоземельской гряды, исследование эволюционной направленности и геологических различий структурно-вещественных комплексов протерозоя и фанерозоя, развитых в пределах этих островных территорий, позволяет осуществить реконструкции геодинамических режимов структурирования различных блоков от современности до самых ранних этапов формирования фундамента в Приновоземельском регионе.

Исследование глубинного строения Вайгач-Новоземельского орогена по результатам геологических наблюдений раскрывает его как область с блоковой структурой. Синтез материалов прямых геологических исследований позволяет свидетельствовать, что фундамент орогена представлен комбинацией трех разнородных тектонических блоков (Северный, Центральный и Южный), каждый из которых характеризуется различной степенью «зрелости» коры, имел автономную историю развития в докембрии и различный возраст взаимного приращения, что оказало влияние в дальнейшем на состав и эволюцию развития осадочных и эндогенных фанерозойских комплексов [3].

Фундамент Свальбардской (Баренцевской) плиты, на большей ее части, представлен добайкальскими комплексами. В пределах Центрального блока Новой Земли эти комплексы выведены на дневную поверхность. Здесь установлено, что добайкальские комплексы протоконтинентальной коры переработаны гренвильскими (готскими?) дислокациями [4].

Фундамент Северного блока Новоземельского орогена является принадлежностью Карской плиты. На севере Новой Земли, как и везде в пределах Карской плиты, комплексы фундамента доступны только для геофизического изучения. Однако, в пределах Северного блока фиксируется непрерывный разрез осадков, регистрирующих собой возрастную интервал от среднего рифея по пермь включительно и представляющих собой не нарушаемую ничем единую стратиграфическую последовательность. Таким образом, возраст кристаллического фундамента здесь может быть определен как дорифейский, т.е. – позднекарельский.

Возраст консолидации Тимано-Печорской плиты, северо-восточной периферией которой является Южный блок Новой Земли с островом Вайгач, по всем геолого-геофизическим данным, позднепротерозойско-кембрийский, т.е. байкальский.

Анализ эволюции разновозрастных магматических формаций в различных тектонических блоках островных территорий Новой Земли и Вайгача указывает на выдержанную наследственность процессов магматизма в их пределах [4].

Для Северного блока, где не обнаружены признаки метаморфической и магматической трансформации корово-мантийного материала в возрастном интервале позднего протерозоя – венда, отсутствуют проявления палеозойского магматизма, а магматизм периода мезозойского тектогенеза выражен предельно локально. Следы проявления кайнозойского магматизма также отсутствуют [3].

В Центральном блоке докембрийский магматизм проявлен в полной мере и соответствует всем последовательным стадиям трансформации корово-мантийного вещества в процессах становления протоконтинентальной коры (в комплексе с метаморфическим преобразованиями). Для данного блока характерно наиболее объемное, массовое проявление палеозойской вулканоплутонической ассоциации. Полное развитие докембрийских магматических серий в Центральном блоке обусловили то обстоятельство, что магматизм стадии мезозойского тектогенеза также проявлен здесь полной серией, включающей как гранитные, так и субщелочно-базитовые производные. Только в пределах Центрального блока фиксируются и проявления кайнозойского магматизма.

В Южном блоке и на Вайгаче магматы периода формирования протоконтинентальной коры не известны. Тектогенез, определяющий первичные коллизионные преобразования фундамента характеризуется отсутствием гранитоидов, но становлением габбродолеритовой магматической серии (с проявлением щелочных производных на заключительной стадии). Образования палеозойской вулканоплутонической ассоциации полно выражены лишь в северной части блока, на юге – она представлена ущербно, только дайковым комплексом. Мезозойский магматизм не имеет гранитной составляющей и проявлен развитием субщелочно-базитовой – сиенито-монцитовой ассоциации. Проявления кайнозойского магматизма не известны.

Таким образом, устанавливается достаточно очевидная закономерность, заключающаяся в том, что развитие разновозрастных магматических серий в каждом из указанных тектонических блоков прямо зависит от степени переработки фундамента в начальные фазы его трансформации, т.е. – от «зрелости» фундамента в конкретном блоке.

Как показывает анализ палеофациальных особенностей, структурно-тектонических характеристик осадочных бассейнов фанерозойского цикла седиментации тектонические блоки Новой Земли относятся к различным мегаструктурам. Фанерозойские отложения Центрального блока, имеющего гренвильский возраст консолидации фундамента, относятся к палеобассейнам, развитым в пределах Свальбардской плиты. Рифейско-фанерозойские осадки Северного блока, входящего в состав Карской плиты с карельским возрастом консолидации, уверенно коррелируются с одновозрастными разрезами Северной Земли и Таймыра (в северной его части). Ордовикско-триасовые осадочные комплексы, развитые на юге Новой Земли и Вайгаче, имеют черты, свидетельствующие об осадконакоплении в переходной зоне – на северо-восточной периферии новообразованной части Восточно-Европейского кратона и Южно-Карской впадины, являющейся северным (аквальным) продолжением эпигерцинской Западно-Сибирской плиты [5].

Палинспастические исследования указывают, что эволюция докембрийского фундамента Баренцево-Карского региона определена его геосторическим положением на стыке трех мегаструктур архейского воз-

раста консолидации: Северо-Американского, Восточно-Европейского и Сибирского кратонов. Периферийные части этих мегаструктур в различные периоды раннего и позднего протерозоя были существенно наращены (регенерированы) путем формирования коры протоконтинентального типа.

В конце раннего протерозоя, в позднекарельскую эпоху тектогенеза, вдоль северной и северо-западной окраин Сибирского кратона оформились Восточно-Сибирская и Карская плиты, существенно нарастившие общую площадь кристаллического фундамента континентальной платформы. Мощность кристаллического фундамента этого новообразования составляет в среднем 30-40 км.

На юге Карской плиты, за Северо-Сибирским порогом, палеозойские осадки подстилаются базитовым слоем, рассматриваемым нами в качестве фундамента древнего остаточного океанического бассейна. Реликты остаточной океанической коры не превышающие по мощности фундамента 20-25 км отмечаются вдоль северной окраины Западно-Сибирской плиты, с которой имеют размытые границы. Такие бассейны формируются обычно в зонах неполного прилегания плит, имеющих угловатые очертания.

Протоконтинентальный кристаллический фундамент свальдбарской (баренцевской) плиты прошел стадию своего становления в гренвильскую эпоху тектогенеза (ранний – средний рифей). Данное новообразование наращивало кристаллический фундамент Северо-Американского кратона на его северо-восточной оконечности, в северной части Гренландии. Средняя мощность кристаллических образований протокрыши варьирует здесь от 28 до 35 км.

Тимано-Печорская плита была сформирована на северо-восточной окраине Восточно-Европейского кратона, представляющей собой в предбайкальскую эпоху часть его активной континентальной окраины. Новообразование байкальского гранитно-метаморфического слоя в пределах Тимано-Печорской плиты насыщено блоками метаморфитов базитового состава. Вероятно, образование его происходило путем трансформации протоокеанической коры в протоконтинентальную в условиях древней островодужной системы.

В заключение следует выделить:

- Баренцево-Карский регион обладает мозаично-блоковой структурой докембрийского фундамента, выполненного разновозрастными кристаллическими образованиями, включающими и блоки с остаточной корой океанического типа.

- Блоки докембрийского фундамента в свое время являлись принадлежностью крупных архейско-протерозойских кратонов: Сибирского – Карская плита, Северо-Американского (Лаврентии) – Свальдбардская плита, Восточно-Европейского – Тимано-Печорская плита.

- Анализ особенностей позднепротерозойско-раннепалеозойской, наиболее древней, части разреза осадочного чехла палеобассейнов Баренцево-Карского региона свидетельствует об их формировании в единой структурно-формационной обстановке, что указывает на незначительность взаимного удаления перечисленных кратонов друг от друга в результате воздействия древних ротационных напряжений.

- В заключительные фазы фанерозойского этапа развития в Баренцево-Карском регионе доминируют условия растяжения, что приводит к деструкции ранее сформированного корового мегаблока (сокращению мощности, частичному разрушению его с включением более глубинного материала).

- Области деструкции коры определили заложение и дальнейшую эволюцию крупных прогибов (в том числе и рифтогенных), в которых происходило накопление разновозрастных нефтегазоматеринских толщ, коллекторов и покрышек различного типа.

- Зоны сочленения разновозрастных блоков фундамента, являют собой перспективные в минерагеническом отношении объекты, заслуживая наиболее пристального изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:100000 (новая серия). Лист Т-40-43 – Мыс Желания. Объяснительная записка. / Под ред. Б. Г. Лопатина. СПб, ВСЕГЕИ, 2003, 193 с.
2. Егоров А.С. Глубинное строение и геодинамика литосферы Северной Евразии (по результатам геолого-геофизического моделирования вдоль геотравверсов России). СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2004, 200 с.
3. Каленич А.П., Орго В.В., Соболев Н.Н., Бондарев В.И., Семенов Ю.П., Мусатов Е.Е. Новая Земля и остров Вайгач. Геологическое строение и минерагения / Под научн. ред. Ю.Е. Погребницкого. СПб, ВНИИОкеангеология, 2004, 174 с.
4. Каленич А.П., Морозов А.Ф., Орго В.В., Загайный А.К., Иванов Г.И. Магматизм и тектоника Вайгачско-Новоземельского орогена. Разведка и охрана недр, №1, 2005, с.20-25.
5. Малышев Н. А. Тектоника, эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов Европейского севера России // Автореферат дис. доктора геол.-мин. наук. Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, 2000, 51 с.
6. Шипилов Э. В., Богданов Н. А., Хаин В. Е. Глубинная структура и тектонические преобразования Арктической окраины Евразии в фанерозое (Баренцево, Карское и Лаптевых моря). // Общие вопросы тектоники. Тектоника России. М, ГЕОС, 2000, с. 605-608.
7. Эволюционно-генетические аспекты нефтегазоносности осадочных бассейнов европейского севера России // Малышев Н.А., Аминов Л.З., Пименов Б.А./ Сыктывкар, 1998, с. 112-121.