

произошла серия очень сильных землетрясений (30.09.06 9-16 1.10.06 $M_B=6.6$; 11-24 15.11.06 $M_S=7.8$; 11-44 15.11.06 $M_B=6.6$), после регистрации каждого из которых в районах Северного Кавказа наблюдались интенсивные поверхностные волны. В результате воздействия этих поверхностных волн на Кавминводском полигоне резко изменился характер анизотропных свойств среды. После регистрации на Кавминводском полигоне сильного Курильского землетрясения (9-16 1.10.06) область максимальных значений $\gamma=Er/Ev$ перемещается в северо – восточную часть территории полигона (рис. 1в) и удерживается там за счет воздействия наведенных процессов от последующих сильных Курильских землетрясений (рис. 1д), указанных выше.

Поскольку Геленджикский и Кавминводский полигоны расположены примерно на одном расстоянии от Курильских островов и примерно в одном и том же азимуте, можно предположить, что влияние наведенных процессов от сильных землетрясений с Курильских островов сказывается в обоих регионах одинаковым образом. Именно этим фактором можно объяснить резкое изменение анизотропных свойств среды Геленджикского полигона в сентябре-декабре 2006 года (рис.3б).

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что далекие катастрофические землетрясения, после которых регистрируются интенсивные, длительные по времени поверхностные волны, могут изменять структуру анизотропных свойств и напряженное состояние среды удаленных регионов, в результате чего возрастает сейсмическая активность региона. Данный факт позволяет говорить о наведенной сейсмичности [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Попова О.Г., Коновалов Ю.Ф., Кухмазов С.У., Минина Н.А., Аверьянова А.С. Особенности геодинамики среды в сейсмоопасном районе Минераловодского выступа по материалам сейсмического мониторинга. //Разведка и охрана недр, 2003, №2, с.16-20.
2. Попова О.Г., Серый А.В., Коновалов Ю.Ф. Результаты долговременного сейсмического мониторинга в сейсмоопасном районе Кавказских Минеральных вод.// Геоэкология , 2008, №2, с135-140.
3. Николаев А.В. Проблемы наведенной сейсмичности. Наведенная сейсмичность. М.: Наука, 1994. 222 с.
4. Crampin S. Seismic-wave propagation through a cracked solid : polarization as a possible dilatancy diagnostic. //Geophys J.R. astr. Soc (1978) N 53, p. 426-467.
5. Crampin S. A Rewrew of wave motion in anisotropic and cracked elastic-media. // Wave motion № 3, 1981, p. 343-391.

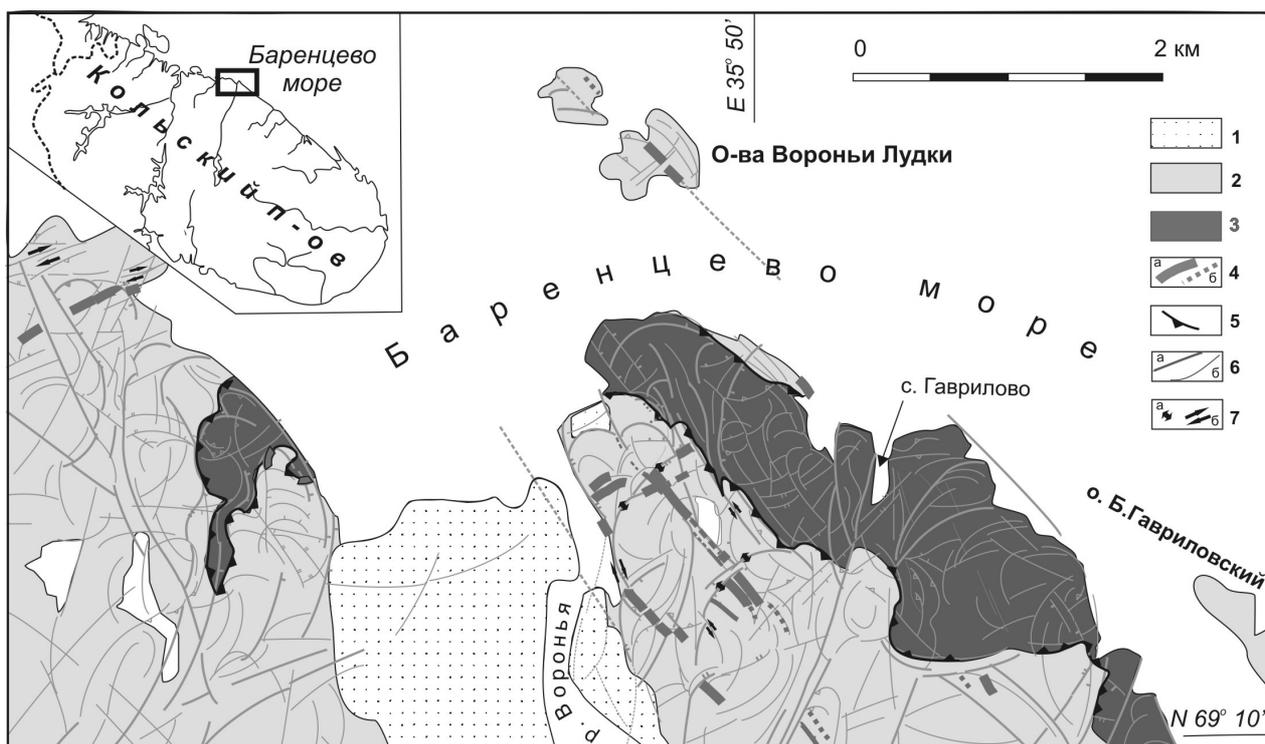
СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ СИЛЛОВ И ДАЕК ДОЛЕРИТОВ В ЮЖНОМ БОРТУ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО РИФТА РИФЕЙСКОГО ВОЗРАСТА

Пржиялговский Е.С., Балувев А.С., Терехов Е.Н.

Геологический институт РАН, г. Москва, prz4@yandex.ru

На баренцевоморском побережье Кольского полуострова широко распространены проявления внутриморфизованные долериты Баренцевоморского комплекса обнажаются виде силлов, пространственно и структурно связанных с разноориентированными диабазовыми дайками. Силлы или лополитообразные тела, полого залегающие среди архейских гранитоидов Мурманского блока, образуют две цепочки тел и срезаются разломом Карпинского с севера. Возраст долеритов в районе Ивановской Губы, где они занимают межпластовое положение в породах рифейского терригенного комплекса, был определен К-Аг методом еще в начале 70-х годов в интервале 975-1000 млн. лет [3], в то время как для силлоподобных тел долеритов и пикродолеритов, расположенных западнее – в районе пос. Дальние Зеленцы и около пос. Лиинахамари, Sm-Nd датировки дают палеопротерозойские значения в интервале 2.2-1.9 млрд. лет [5]. Вопрос о том, датировались ли породы разных комплексов долеритов, занимающих близкую геологическую позицию, или это синхронные образования, остается пока открытым. Тем не менее, геологические взаимоотношения с терригенным рифеем однозначно указывают на наличие рифейского или более позднего основного магматизма в этом районе.

Объектом нашего детального изучения стали хорошо обнаженные интрузии (дайки и силлоподобное тело) Баренцевоморского комплекса, прорывающие архейские граниты и гранодиориты в районе устья р. Вороньей (рисунок). Наиболее крупное тело габродолеритов, которое по форме внедрения можно определить как силл, протягивается вдоль береговой линии Баренцева моря от р. Воронья на расстояние около 5 км до района о. Б. Гавриловский и далее с небольшими перерывами продолжается на восток до пос. Дальние Зеленцы. Изученное тело является одним из нескольких аналогичных ему интрузивных тел (или фрагментов единой интрузии), протягивающихся вдоль берега моря в виде непрерывной цепи на восток и юго-восток от р. Вороньей более чем на 40 км.



Структурно-геологическая карта района устья р. Воронья (Мурманский берег Кольского полуострова).

1 – четвертичные отложения; 2 – граниты и гранодиориты мигматизированные (архей – палеопротерозой); 3-4 – магматические образования основного состава Баренцевоморского комплекса (рифей?); 3 – силлы, 4 – дайки; 5 – контакты силла с вмещающими гранитами с указанием направления падения; 6- разрывные нарушения: а- разломы; б – трещины; 7 – кинематические характеристики разломов: а – сбросы; б – сдвиги.

Силл имеет мощность до 80 м и прорывает граниты и гранодиориты, очевидно используя при внедрении пологие трещины. Эндоконтактовая зона мелкокристаллического габбро имеет мощность до нескольких метров, ороговикование гранитов незначительно и постепенно исчезает в полуметре от контакта с габбро. Хорошо обнажены как кровля, так и подошва тела, полого падающего на различных участках либо в сторону моря, либо в сторону суши с углами наклона обычно до 30° . Большая часть силла сложена пойкилитовыми долеритами, с характерной горошчатой структурой. Пойкилиты представлены округлыми кристаллами пироксена размером 3-10 мм, которые слагают до 60-70% объема пород. В пойкилитах и между ними развиты идиоморфные кристаллы плагиоклаза. Причем те из них, которые заключены в пироксенах, изменены в большей мере, чем те, которые расположены во внешней зоне. В верхних частях разреза силла отмечаются более плагиоклазовые и даже кварцсодержащие разности габбро-долеритов. Появление идиоморфного плагиоклаза и округлых пойкилитов пироксена в породах силла может указывать на специфику условий его кристаллизации (резкий сброс давления). Силл резко уменьшается по мощности к югу и к западу, выклиниваясь к устью р. Воронья, на западном берегу которой обнажается его маломощный фрагмент. В западной части тело в целом полого наклонено к югу и в виде дуги, открытой так же к югу, фрагментарно обрамляет устье реки Вороньей. К юго-востоку от нежилого села Гаврилово силл наклонен к северу, в сторону моря, «ныряя» под о. Б. Гавриловский, который сложен гранитами. Разнонаклоненные части силла разделены отчетливо выраженной разломной зоной, протягивающейся вдоль устья залива с. Гаврилово и далее на юго-запад, при этом сочленение имеет форму лопастей пропеллера.

На этом же участке, в непосредственной близости от силла, граниты прорывают многочисленные крутопадающие дайки мелкокристаллических диабазов двух направлений: северо-восточного и северо-западного. По мере удаления от береговой линии количество даек резко уменьшается. Мощность даек обычно составляет от метра и менее до 7-8 м, хотя некоторые достигают 25-30 м. Дайками более обильно интродуцировано всячее крыло силла и именно здесь обнаруживаются наиболее мощные дайки северо-восточного простирания. В крупных дайках отчетливо выражены эндоконтактовые зоны тонкокристаллических пород иногда с афанитовой структурой (как и в приконтактовых разностях силла), экзоконтактовые изменения гранитов практически отсутствуют. Во всех дайках магматический пироксен за редким исключением замещен амфиболом или хлоритом. По химическому составу дайки разных направлений заметно отличаются друг от друга по содержаниям TiO_2 , CaO, K_2O , Zr, Nb, тогда как по другим элементам весьма сходны и все они являются менее глиноземистыми, чем породы силла.

Судя по геологическим взаимоотношениям даек и силла все описанные интрузии внедрялись с незначительными интервалами, причем на последних фазах внедрения формировались наиболее мощные дайки северо-восточных трендов и, вероятно, сам долеритовый силл, который нигде не пересекается дайками. По всей видимости, дайки северо-западного простирания, чаще встречающиеся в лежащем крыле подстилающих силл гранитов, могли служить подводящими каналами для главного тела долеритов. Кровля силла оказалась более разубоженной и проницаемой для базальтового расплава, вероятно благодаря внедрению основных порций интрузии и близостью поверхности.

Системы трещин, к которым приурочены дайки, а также более поздних, смещающих дайки и границы силла, отчетливо проявляется в рельефе и на ландшафтных снимках. Обращают на себя внимание системы наклонных дуговых разрывных нарушений, развитых как внутри главного тела долеритов, так и во вмещающих гранитах, но, тем не менее, не пересекающих зону контакта и образующих независимые структурные рисунки внутри силла или в его раме. На правом берегу р. Вороньей внутри гранитов, перекрывающих силл, эти дуговые разрывы имеют явно сбросовой характер и контролируют распространение наиболее ранних протяженных даек северо-западного простирания, с видимыми в плане разнонаправленными смещениями, обусловленными разными наклонами самих даек. Вероятно, несколько позже остальных разрывных нарушений данного парагенетического ряда сформировались системы крутых раскрывающихся трещин северо-восточных трендов, вдоль которых внедрялись непротяженные, но мощные дайки поздней фазы, пересекающие без смещения (?) поперечные к ним дайки.

Образование в единой динамической обстановке практически синхронных субгоризонтальных и вертикальных (двух направлений) трещинных интрузий предполагает обстановку объемного растяжения, что в категориях стресс-анализа выражается некоторой удлиненностью оси эллипсоида деформаций и неустойчивостью положения его длинной при взаимозаменяемости осей наибольшего сжатия σ_1 и промежуточной σ_2 . Подобные условия можно ожидать в геодинамических обстановках, когда положение оси растяжения не стабилизируется однонаправленным сжатием. Такова, в частности, обстановка бортовых зон растущих рифтовых трогов. Стабилизирующая роль силы тяжести при формировании упорядоченной системы листрических сбросов не столь очевидна на гипабиссальном уровне при небольшой нагрузке вышележащих пород, а силы трения на границах блоков пород между субвертикальными сбросами способствуют развитию субгоризонтальных поверхностей отслаивания (при наличии расслоенных комплексов) или соответствующих раскрывающихся трещин. При этом наклон пологих трещин растяжения в сторону трога или наоборот может быть разным даже в соседних блоках, точно так же как по-разному оказываются наклонены в бортовых зонах пачки осадочных пород. В условиях общего растяжения преобладающими структурами являются трещины отрыва, ориентировка которых может определяться малозначительными в других обстоятельствах факторами – анизотропией и прочностью блоков пород, незначительными изменениями направлений подвижек (например появлением трансенсивной составляющей вдоль сбросовых структур) и другими. Возникновение системы трещин и даек северо-восточных ориентировок, поперечных простиранию главенствующих сбросов разломной зоны Карпинского могло быть обусловлено, в частности, незначительными сдвиговыми подвижками по этим сбросам.

Следует отметить, что наблюдаемые для многих разрывных нарушений главного северо-западного простирания сдвиговые смещения достаточно упорядочены (преимущественно правосторонние), но, по всей видимости, имеют наложенный характер. Сдвиговый характер смещений при активизации рифтогенных структур наблюдается часто, и в данном случае, как это отмечалось для Кандалакшского трога [1], сдвиговые подвижки вероятно связаны с региональной эпохой палеозойской тектоно-магматической активизации. Ее проявлениями в данном районе являются кальцит-флюоритовые жилы и брекчии, развитые по вертикальным трещинам сколового типа северо-восточных простираний с антитетическими по отношению к главным сдвигам правосторонними смещениями.

Предполагается, что появление Баренцевоморского магматического комплекса генетически связано с процессами континентального рифтинга, которые активизировались в рифее вдоль древней континентальной окраины Восточно-Европейской платформы. В настоящее время рифейская рифтогенная впадина погребена под толщей более молодых осадков в пределах акватории Баренцева моря, а Мурманский блок Балтийского щита является, по всей видимости, эродированным плечом этого рифта. Разлом Карпинского, ограничивающий древнюю платформу с северо-востока, находит свое продолжение к югу от Тимана и далее на юг вдоль Предуральского прогиба, где также известны аналогичные проявления дайкового основного магматизма.

Обращает на себя внимание пространственная приуроченность разновозрастных силлов к современной границе Балтийского щита. Так изученные нами образования в Мурманском блоке протягиваются вдоль берега на расстояние более 100 км. Силлы вероятно подобного или близкого возраста развиты на Онежском п-ве [4], занимают северную часть акватории Ладожского озера, частично встречаясь на суше (м-е Калко и о. Валаам) [2]. Возможно несколько более древним является Ропручейский силл в южной части Заонежья [2]. Следует отметить, что и граниты рапакиви слагают пластовые тела, которые также отражают субгоризонтальную делимость коры. В полосе непосредственно примыкающей к границе щита известны и более древние силлы. Это силлы развитые собственно в Печенгской структуре, а также севернее её в породах архейского фундамента. Последние встречаются в полосе от г. Киркенеса до п. Лиинахамари. Здесь силлы имеют мощность от 5 до 30 м, падают на юг и имеют воз-

раст около 2,2 млрд лет, поэтому они коррелируются со 2-ой толщей Печенгской структуры. Аналогичные по возрасту силлы известны и на противоположном конце Балтийского щита – в районе северной части Онежского озера. Это Пудожгорская интрузия в архейском фундаменте и Кончозерский силл – в пределах Онежского прогиба [2]. Таким образом, граница Балтийского щита на протяжении 1 млрд лет является ареной для формирования силлов и других интрузий для становления которых необходимы субгоризонтальные тектонические плоскости контролирующие их внедрение. Все они приурочены к краю щита и возможно маркируют флексуобразный перегиб пород щита под плитные комплексы. В этом случае зарождение глобального раздела – границы щит – плита произошло уже около 2 млрд. лет назад. В дальнейшем эта граница многократно активизировалась, что и привело к формированию нескольких генераций силлов.

Работа выполнена при поддержке Программы ОНЗ РАН №14 и гранта № 06-05-64848

ЛИТЕРАТУРА

1. Балуев А.С. Геодинамика рифейского этапа эволюции северной пассивной окраины Восточно-Европейского кратона // Геотектоника. 2006. №3. С.23-38.
2. Геология Карелии / Ин-т геологии Карельского фил. АН СССР. Л.: Наука. 1987. 231 с.
3. Синицын А.В. О геологическом положении и возрасте изверженного комплекса основных пород Восточно-Мурманского побережья (Кольский полуостров) // Докл.АН СССР. 1963. Т.151. №4. С 930-933.
4. Станковский А.Ф., Синицын А.В., Шинкарев Н.Ф. Погребенные траппы Онежского полуострова Белого моря // Вестн. ЛГУ. 1972 №18. С. 12 -20.
5. Федотов Ж.А., Марчук Т.С. Раннепротерозойский Баренцморский дайко-силловый долеритовый комплекс: петрология и реконструкция геодинамического режима (Кольский полуостров) // Актуальные проблемы геологии докембрия, геофизики геоэкологии. Мат-лы XVIII молодежной научной конференции. С-П. 2007. С.79-82.

ОЦЕНКА ОБЛАСТИ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Прялухина Л.А., Глинская Н.В., Мищенко О.Н., Паламарчук В.К.

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана»,
г. Санкт-Петербург, labMGM@yandex.ru

В данной работе приведены результаты геолого-геофизических и сейсмологических исследований, выполненных в Сосновоборском регионе силами ФГУП «ВНИИОкеангеология» в 2008 году. Работы проводились с целью разработки системы сейсмического мониторинга для крупных промышленных объектов. Для решения поставленной задачи силами лаборатории Многоуровневого Геофизического Мониторинга ФГУП «ВНИИОкеангеология» были выполнены магнитометрические, сейсмоакустические, электроразведочные и др. работы на суше и на акватории Копорской губы. Выполнено картирование нарушений осадочного чехла и получены результаты краткосрочного сейсмического мониторинга, проведена косвенная оценка степени активности выделенных разломов. Комплекс геофизических методов включал в себя наземные и надводные работы. Надводные работы представлены сейсмоакустической съемкой по сети маршрутов, выполненных на акватории Копорской губы.

В 2008 году проводились наземные работы по сети региональных маршрутов, расположенных вдоль береговой линии Копорской губы. Наземный комплекс методов был представлен сейморазведкой, сейсмоакустической съемкой, магниторазведкой, электроразведкой (метод СДВР) и радиолокационной съемкой с использованием георадара типа Лоза.

В результате выполнения ВНИИОкеангеология в 1997-2008 гг. комплексных геофизических исследований на территориях и акваториях Сосновоборского района выделены слабые тектонические нарушения, контролируемые несколькими преобладающими направлениями. Часть выделенных направлений совпадает с простиранием Псковско-Палдиской зоны глубинного разлома, с которой связано Осмуссаарское землетрясение с магнитудой 4,7 и интенсивностью в эпицентре 7 баллов 25 октября 1976 года [1].

На территории Сосновоборского района и на акватории Копорской губы выделены серии слабых тектонических нарушений по данным геоморфологических и геофизических исследований. Когда они пересекаются и/или группируются в зоны, благодаря чему могут разрушаться породы осадочного чехла за счет повышенной трещиноватости и зарождаются мелкофокусные очаги землетрясения и/или возобновляются старые, то эти нарушения могут представлять опасность. Несмотря на слабую раздробленность пород в зонах некоторых разломов, их разрушения могут увеличиваться в случае повторных подвижек. Как показали исследования 1999 г., корреляция зон различной степени дробления с вертикальными движениями земной коры свидетельствуют об унаследованности в развитии зон разрывных нарушений осадочного чехла и существовании «живущих» разломов.