

СТРУКТУРА ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА О. ЗЕМЛЯ АЛЕКСАНДРЫ АРХ. ЗЕМЛЯ ФРАНЦА-ИОСИФА

Показано, что осадочный чехол о. Земля Александры арх. Земля Франца-Иосифа имеет гетерогенную структуру, сформировавшуюся в результате всплывания из литосферы суперплюма, выраженную перемежающимися низко- и высокоскоростными зонами, заполненными породами низкой и высокой плотности.

Ключевые слова: осадочный чехол; метод ММЗ; фазовая скорость; волны Релея; фундаментальная мода; микросейсмическое поле.

Вступление

Для Арктической зоны детальное сейсмическое обследование земной коры чрезвычайно важно, учитывая перспективность ее на добычу углеводородов и многочисленных других минеральных ресурсов. Для получения более детальных данных о структуре земной коры весьма перспективным представлялось воспользоваться методом низкочастотного микросейсмического зондирования (ММЗ). Метод позволяет получать достаточно точную информацию о строении геологической среды и не требует значительных финансовых затрат в связи с использованием поля микросейсм, постоянно присутствующего на земной поверхности [Горбатилов, Цуканов, 2011].

Применение ММЗ

Обработка данных промеров микросейсм, полученных в процессе экспедиционных работ, выполнялась по схеме, описанной в [Горбатилов, Цуканов, 2011]. По результатам обработки строилась диаграмма распределения относительной интенсивности микросейсм в децибелах (дБ) вдоль профиля и по глубине. Данное распределение отражает относительное изменение скоростных характеристик среды: зоны с пониженной интенсивностью микросейсм определяют участки с повышенными скоростными свойствами, а зоны с повышенной интенсивностью – участки пониженных скоростей [Горбатилов, Цуканов, 2011]. Для минимизации искажающего влияния, обусловленного случайным характером микросейсмического поля, проводится накопление сигнала и отбраковка записей, непригодных для обработки по спектральным характеристикам и волновым формам. В результате, при правильной организации полевых работ и качественной отбраковки данных для анализа используются записи, представленные преимущественно волнами Релея. В этих материалах метод используется для обнаружения нарушений в пределах двух профилей на территории мыса Нагурского Земли Александры (арх. Земля Франца-Иосифа). На земле Александры арх. Земля Франца-Иосифа промеры микросейсм велись в течение 2011-2012 гг. Данные промеров микросейсм по профилю за 2012 г. и расположенному вкосте простирания ему профилю 2011 года представлены на рис. 1 (обозначены номерами 2 и 3). Длина профилей состав-

ляла соответственно 1180 м и 900 м. Расстояние между пунктами измерения - 100-200 м. Время регистрации микросейсм в каждом пункте – 1,5 – 3 часа. В экспедиционных работах по профилям в качестве передвижных станций использовались сейсмостанции CMG-6TD (24 разрядный АЦП, частотный диапазон – 0.03–100 Гц, чувствительность – 2500 В/с/м) с регистратором GSR-24 и датчиками CMG-40T и UGRA-54 с датчиками CM3-KB; в качестве опорной – сейсмостанция CMG-6TD с регистратором GSR-24 и датчиками CMG-40T.

Земля Александры – один из островов арх. Земля Франца-Иосифа (ЗФИ), располагающаяся на материковой отмели в пределах координат 80,6-80,8°N, 44-49°E., является платформенной территорией с осадочным чехлом и платформенным типом тектоники. Экспедиционные работы по промеру микросейсм проводились вблизи полярной станции на мысе “Нагурского” (рис. 1). Известно, что деструктивные зоны в пределах Земли Франца-Иосифа (ЗФИ), бассейнов Святой Анны, Северо-Баренцева, а также окружающих о. Шпицберген с востока, юго-востока, юга рифтах и грабенах обусловлены всплывающим плюмом, приведшим к растрескиванию литосферы и образованию полосы структур растяжения, реанимированных в границах уже существовавших глубоких рифтовых прогибов [Шипилов и др., 2009]. Фундамент имеет блоковое гетерогенное строение. Глубина залегания кровли фундамента, согласно карте (рис. 2, а), составляет 2-3 км. Мощность земной коры ЗФИ составляет от 32-33 до 36-40 км. Выявлена расслоенность консолидированной коры. В осадочном чехле, мощность которого примерно 2 км, распространены терригенно-карбонатные породы, залегающие на сиалическом основании и имеющие возраст от кембрия до современного [Шипилов, 2009]. Пробуренные АМНГРЭ в 70-х гг. XX столетия на Земле Франца-Иосифа (ЗФИ) три параметрических скважины глубиной от 3204 до 3256 м, вскрыли протерозойский складчатый фундамент на северной окраине шельфовой плиты [Шкатов и др., 2001]. В триасовой части разреза арх. Земля Франца-Иосифа предполагается обнаружение, в основном, структурных тектонически экранированных ловушек. В данной части разреза экранами могут служить как разрывные нарушения, так и

интрузивные тела (дайки, штоки и силлы). Коллекторами в этой части разреза могут служить как песчано-алевритовые породы, так и туфогенно-вулканогенные породы, слагающие эти силлы, дайки и штоки. Тип коллектора вероятнее всего, – порово-трещинный.

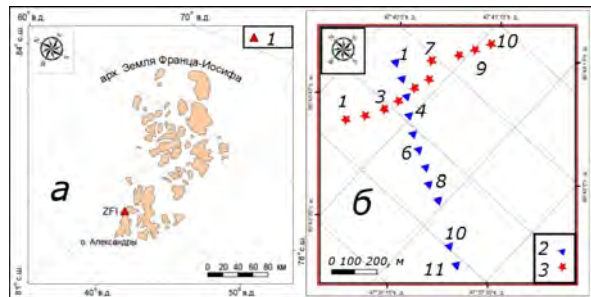


Рис. 1. Карта архипелага Земля-Франца-Иосифа с пунктами замеров
а – архипелаг Земля-Франца-Иосифа; б – профили с пунктами замеров микросейсм, 1 – мыс Нагурского о. Александры, где проводились экспедиционные работы 2011-2012 гг.; 2, 3 – соответственно номера профилей 2011 и 2012 гг.

По данным ранее проведенных исследований проб донных осадков из акваториального обрамления архипелага Земля Франца-Иосифа выявлены геохимические предпосылки для положительной оценки перспектив нефтегазоносности этого арктического региона [Шипилов и др., 2009]. В результате аналогичных обследований показано также, что для зоны Земли Франца-Иосифа характерно битумопроявление, связанное с латеральной миграцией УВ-флюидов из более погруженных частей нефтегазовых бассейнов. Преобладающая часть состава изученных битумопроявлений состоит из вязких и твердых природных битумов [Клубов, Острой, 1995]. Групповой состав битумоидов представлен преимущественно мальтами, либо близкими к ним по химическим характеристикам асфальтами. По данным бурения скважины “Нагурская” (рис. 2, б) был выявлен ряд преломляющих горизонтов в осадочном чехле: слой К1 на глубинах 0-0,5 км – скорость 1,47 км/с; слой Т2 – глубины 0,6 – 1,0 км-скорость 3,0 км/с; Т1 – глубины 1,1-1,5 км – скорость 3,3-4,5 км/с; С – глубины 1,6-2,2 км – скорость 5,3 км/с; PR₂ – глубины 2,3-2,9 км – скорость 5,4-5,5 км/с [Шкатов и др., 2001]. Результаты обработки данных промера фоновых микросейсм в пункте мыс Нагурского о. Александры в виде диаграмм распределения относительных интенсивностей фундаментальной моды волн Релея от эпицентрального расстояния и глубины представлены на рис. 2. Анализ диаграмм показывает, прежде всего, что верхняя часть земной коры (осадочный чехол) о. Земля Александры в районе мыса Нагурского гетерогенна, включает ряд нарушений разного генезиса. В частности, наличие на картах профилей № 1 и № 2 протяженных низкоско-

ростных и высокоскоростных зон свидетельствует: во-первых, что низкочастотные зоны, вероятно, представляют структуры растяжения, обусловленные всплывающим суперплюмом, как указывается в работе [Шипилов и др., 2009]. Растяжение структур земной коры сопровождается проникновением через ослабленные зоны тел долеритов и другого магматического вещества.

При этом низкоскоростные зоны в пределах осадочного слоя, скорее всего, являются отражением процесса битумонакопления, открытого во время экспедиционных работ в этом районе [Клубов, Острой, 1995]. Например, низкоскоростная зона, представленная двумя участками на глубинах от 2000 м до 1300-1500 м (профиль № 1) похожа по конфигурации “на ловушки” вещества с малой плотностью. Аномальная зона западной части ЗФИ, выраженная широкой полосой высокоскоростного участка на этом профиле, протягивающаяся с глубин 2000 м и до самой поверхности осадочного чехла, возможно, обусловлена наличием интрузий дайкового типа и других вулканических пород. Скорей всего, они располагаются и на больших глубинах.

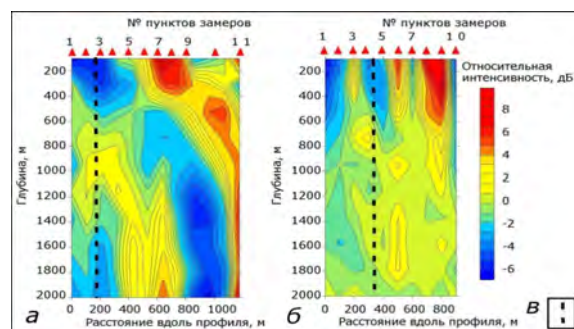


Рис. 2. Диаграмма распределения относительной интенсивности микросейсм вдоль профилей
а – первый профиль; б – второй профиль; в – линия пересечения профилей № 1, 2

Анализ результатов

На основании имеющихся геофизических данных, полученных при обследовании западной части арх. Земля Франца-Иосифа, можно предположить, что наблюдаемые аномальные зоны обусловлены наличием интрузий дайкового типа, возникших, по всей вероятности, в результате активности самого молодого этапа магматизма. На диаграмме профиля № 1, кроме того, видна в пределах расстояний от 500 м до 1100 м, скошенная и пронизывающая весь осадочный чехол (от поверхности до 2000 м), резко выраженная низкоскоростная зона, представляющая по всей вероятности, либо разлом, либо нарушение. Это косвенно может подтверждаться результатами бурения скважины “Нагурская”, выявившими ряд преломляющих границ в осадочном чехле. Например, согласно данным бурения, просматриваются хорошо выраженные границы на глубинах 0,5 км

и 1,5 км и менее выраженные – на глубинах 1,0 км и 2,2 км [Шкатов и др., 2001]. В пределах профиля также отмечаются преимущественно близповерхностные перемежающиеся высоко и низкоскоростные зоны, что лишний раз подтверждает процесс растрескивания земной коры в результате всплывания суперплюма. Зоны похожи на “ловушки” с накопленным материалом плотных пород в высокоскоростных и менее плотных пород – в низкоскоростных зонах. Обращает на себя внимание наклон выделенных структур к северу на глубинах до 1,0 км, на больших глубинах выделяемые зоны субвертикальные. В субширотном направлении наклонных структур не выделяется. Можно сделать вывод о субширотной направленности основных структур верхней части земной коры с наклоном к северу на глубинах до 1 км. На профиле № 2 отмечается преимущественно близповерхностные перемежающиеся высоко и низкоскоростные зоны, что лишний раз подтверждает процесс растрескивания земной коры в результате всплывания плюма. Здесь также зоны похожи на “ловушки” с накопленным материалом плотных пород в высокоскоростных и менее плотных пород – в низкоскоростных зонах.

Выводы

Таким образом, результаты применения метода ММЗ на мысе Нагурского для просвечивания верхней части земной коры на очень коротких профилях позволили получить достаточно четкое представление о строении осадочного чехла дан-

ного участка, согласующееся с геофизическими данными. Это, в свою очередь, свидетельствует о возможности выявления аномалий геофизической среды на больших площадях. При дальнейшем, более широком фронте экспедиционных работ появится возможность проводить сейсмическое картирование любых территорий, необходимое для поиска полезных ископаемых, в том числе, и Арктического региона. Однако, на арктических островах проведение экспедиционных работ осложняется недоступностью значительных участков из-за обширных ледовых покровов.

Литература

- Горбатиков А.В., Цуканов А.А. Моделирование волн Рэлея вблизи рассеивающих скоростных неоднородностей. Исследование возможностей метода микросейсмического зондирования // Физика Земли. – 2011. – № 4. – С. 96-112.
- Клубов Б.А., Острой А.С. О первых находках природных битумов на Земле Франца-Иосифа // Докл. РАН. – 1995. – Т. 342, № 6. С. 785-788.
- Шипилов Э.В., Карякин Ю.В., Матишов Г.Г. Баренцевско-Амеразийский юрско-меловый суперплюм и инициальный этап геодинамической эволюции Арктического океана // Докл. РАН. – 2009. – Т. 426, № 3. – С. 1-4.
- Шкатов Е.П., Старк А.Г., Безруков В.М., Винокуров И.Ю. К вопросу о перспективах нефтегазоносности северных областей Баренцево-Карского шельфа (желоб Франц-Виктория) // “Геология и газа” – 2001. – № 4.

STRUCTURE OF THE SEDIMENTARY COVER OF THE ISLAND ALEKSANDRA'S EARTH OF THE ARCHIPELAGO OF FRANZ JOSEPH LAND

V.I. Frantsuzova, K.B. Danilov

In work it is shown that a sedimentary cover of the island Aleksandra's Earth of the archipelago of Franz Joseph Land has the heterogeneous structure. This structure is composed as a result of emerging from a lithosphere superplume, expressed by alternating low and high-speed zones which are filled by rocks of high and low density.

Key words: sedimentary cover; method of microseismic sounding; phase speed; Reley's waves; fundamental mode; microseismic field.

СТРУКТУРА ОСАДОВОГО ЧОХЛА О. ЗЕМЛЯ ОЛЕКСАНДРИ АРХ. ЗЕМЛЯ ФРАНЦА-ЙОСИФА

В.І. Французова, К.Б. Данілов

Показано, что осадочный чехол о. Земля Олександри арх. Земля Франца-Йосифа має гетерогенну структуру, сформовану в результаті спливання з літосфери суперплюму, виражену перемежованими низько- та високошвидкісними зонами, заповненими породами низької та високої густини.

Ключові слова: осадочний чохол; метод ММЗ; фазова швидкість; хвилі Релея; фундаментальна мода; мікросейсмічне поле.

¹Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск, Россия

Надійшла 22.07.2013

²Геофизическая служба РАН, г. Москва, Россия