Наряду с областями повышенной генерации обменных волн выделяются блоки и области почти полного их отсутствия, соответствующие крупным краевым разломным зонам, разделяющим литосферу на блоки с различным характером расслоенности.

Установлено, что различия в структуре коры изучаемых гранитных массивов: плотность распределения точек обмена, обменоспособность, связанная с этим расслоенность среды, так же как и особенности скоростного распределения по данным Γ C3, касаются в основном первых 10-17 км, до поверхности K_2 . С глубиной они нивелируются, это свидетельствует о сходной истории формирования Корсунь-Новомиргородского плутона рапакиви и Новоукраинского массива трахитоидных гранитов и приуроченности их к единой крупной геотектонической единице, это подтверждается и результатами объемного плотностного моделирования коры и верхней мантии [5].

Объединение изучаемых массивов в Новоукраинско-Корсунь-Новомиргородский плутон с предполагаемым единым магматическим источником открывает новые возможности для выработки стратегии поиска месторождений и рудопроявлений урана и редких металлов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Дрогицкая Г.М., Трипольский А.А., Попов Н.И., Казанский В.И., Тарасов Н.Н., Шаров В.Н. Сейсмогеологическая позиция Кировоградского рудного района в связи с локальными неоднородностями поверхности Мохо // Геофизика XXI столетия: 2006 год. Сборник трудов Восьмых геофизических чтений имени В.В. Федынского. Москва — Тверь: ГЕОС. 2007. С. 21-27.
- 2. Крюченко В.А. Сопоставление результатов статистической обработки материалов МОВЗ и ГСЗ по профилю Канев-Николаев //Глубинное строение земной коры и верхней мантии Украины. К.: Наукова думка, 1984. С.3-15
- 3. Крюченко В.А., Исанина Э.В. Опыт комплексной интерпретации материалов МОВЗ и гравиметрии в центрально части Украинского щита //Глубинное строение земной коры и верхней мантии Украины. К.: Наукова думка, 1984. С.16-26.
- 5.Куприенко П.Я., Макаренко И.Б., Старостенко В.И., Легостаева О.В. Трехмерная плотностная модель земной коры и верхней мантии Ингульского мегаблока Украинского щита // Геофиз. журн. 2007. Т. 29. №2. С. 17-41.
- 6. Старостенко В.И., Пашкевич И.К., Кутас Р.И. Глубинное строение Украинского щита // Геофиз. журн. -2002. 24, Ne6. C. 36-48.
- 7. Старостенко В.И., Казанский В.И., Дрогицкая Г.М., Макивчук О.Ф., Попов Н.И., Тарасов Н.Н., Трипольский А.А., Шаров Н.В. Связь поверхностных структур Кировоградского рудного района (Украинский щит) с локальными неоднородностями коры и рельефом поверхности Мохо// Геофиз. журн. 2007.-№1.-С.3-18
- 8. Трипольский А.А., Шаров Н.В. Литосфера докембрийских щитов северного полушария Земли по сейсмическим данным. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2004. 159 с.
 - 9. Щербаков И.Б. Петрология Украинского щита. Львов: ЗУКЦ, 2005. 364 с.

ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ СТЯЧИХ ВОЛНОВЫХ ПОЛЕЙ ЗЕМЛИ С РАЗНОМАСШТАБНЫМИ СТРУКТУРАМИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

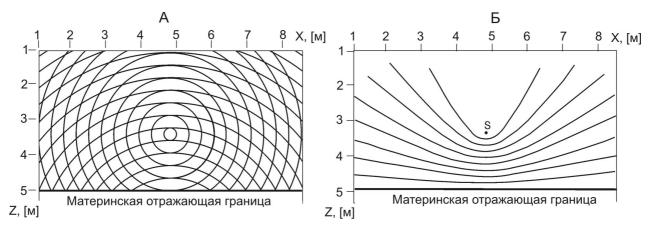
Дубянский В.И.

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, dubyanskiy@geol.vsu.ru

Микросейсмическое поле Земли, обладает многими еще не изученными потенциальными возможностями в части выявления новых для разведочной геофизики нелинейных свойств среды, диссипативных, рассеивающих, эмиссионных, структурных и фрактальных, напряженных и релаксационных, упругих, вязких и промежуточных состояний. Динамически функционирующие системы литосферы находятся в условиях подвижного равновесия, при этом часть параметров остаются неизменными в определенном промежутке времени. Стабилизация механических, вибро-реологических и вибро-механо-химических эффектов в геологическом пространстве и времени обеспечивается, на наш взгляд, за счет существенного влияния стоячих волновых полей (СВП), образующихся в широком спектре колебательных и автоколебательных процессов Земли. В работах В.В. Богацкого [1], на многочисленных примерах детально изученных рудных геологических объектов и месторождений различного генезиса, убедительно показана структурообразующая роль волнового фактора. Воздействие короткопериодных колебаний Земли на геологические процессы в литосфере рассматривается, наример, в работе [2], как важнейший природный фактор, требующий специального подробного изучения. Структурообразующая роль стоячих волновых полей (СВП) Земли в процессах формирования облика консолидированной коры: от интрузивных тел до объемной конфигурации рудных районов, региональных и глобальных геологических образований, показана в работах [3, 4].

СВП является составляющим компонентом акустического поля Земли и образуется при взаимодействии квазигармонической волны с ее отражением от любой поверхности, а также в замкнутом объеме физической (геологической) неоднородности.

При наличии локального источника и плоской отражающей границы возникает СВП в форме вложенных гиперболических поверхностей, а в вертикальной плоскости сечения – гипербол. Оси симметрии гиперболических фронтов СВП распологаются на перпендикуляре, из источника к отражающей границе. Если отражающая «материнская» граница находится снизу источника, то фронты СВП образуют веерообразные восходящие ветви от точек минимумов гипербол, которые расположены на оси симметрии с интервалом в половину длины взаимодействующих волн (рис. 1). При наличии материнской границы сверху источника, наблюдается обратная картина: фронты СВП направлены вниз. Как продольные (волны давления), так и поперечные (волны сдвига) образуют узлы и пучности на расстоянии в четверть длины волны вдоль гиперболических фронтов СВП, которые пространственно не смещаются за время существования источника и материнской границы.



Puc. 1. Схематическая модель волновых фронтов из локального источника S.

A – интерференция бегущей прямой волны из источника S и отраженной от «материнской» отражающей границы; B – фронты стоячего волнового поля, возникающего в модели «A»

Важно отметить, что стоячие волновые поля действуют всегда на фоне микросейсмического поля планеты, которое повсеместно и постоянно держит окружающую среду, в том числе земную кору, в энергетически возбужденном состоянии, но не приводят к конструктивному структурообразованию. В областях возникновения СВП в широком спектре сучайного поля микросейсм дополнительно появляется постоянно действующий регулярный компонент, способный преобразовать среду по своему образу и подобию. Волновое давление локально воздействует на уже возбужденную среду, в областях узлов и пучностей, что приводит, в общем случае, к ее преобразованиям за счет пондеромоторных сил, реологических и механо-химических процессов. При этом возможно возникновение дискретных, фрактальных структур земной коры, зон брекчирования, проницаемых для флюидов и магматических расплавов, каналов миграции и концентрации химических элементов, в том числе углеводородов. Форма активных проявлений СВП соответствует волновым фронтам: плоскостям или поверхностям второго порядка (при наличии локального источника) [3,4].

В реальных условиях квазикогерентные волновые поля образуют квази-СВП, где наблюдаются, так называемые, «биения», в результате которых происходит пульсация волнового поля и его распространение в направлении от источника. Квазистоячая волна характеризуется коэффициентом бегучести, равным отношению меньшего из волновых сопротивлений к большему на контакте сред материнской границы [5]. Допустимо предположение, что постоянно действующее волновое давление в направлении распространения или эффект растяжения- сжатия в пучностях СВП, кторые действуют как цепочки последовательно установленных насосов, – обеспечивают направленную миграцию подвижных химических элементов и растворов в земной коре, например, снизу – вверх против силы тяжести.

Локальный (в математическом приближении – точечный) источник упругих волн в земной коре может быть трёх принципиально различных типов: самоизлучающий (эмиссионный), резонансный и виртуальный.

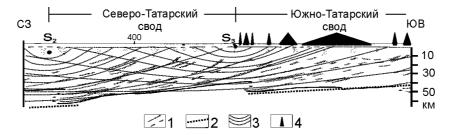
Свойствами самостоятельного излучения упругих волн (отвлекаясь от их частотного состава и когерентности) обладают подземные водяные и грязевые термические источники, магматические очаги вулканов в активной стадии, подводные «курильщики», восходящие потоки магматических расплавов и продуктов дегазации Земли, а также геосолитонные образования.

Резонансными источниками могут быть и являются контрастные по акустическим свойствам локальные области геологической среды излучающие упругие волны за счет резонансного переизлучения возбудившего их внешнего волнового поля. Например, эффект вынужденой эмиссии углеводородной залежи зарегест-

рирован как «Открытие» и практически используется в методах АНЧАР и СЛБО для прямых поисков залежей углеводородов [6]. Области акустических контрастов, например, типичны для тектонических контактов блоков и зон разломов земной коры.

Виртуальными или мнимыми источниками локального акустического излучения могут быть области фокусировки или каустики волнового поля, прошедшего линзовидное акустически контрастное включение или криволинейную границу раздела двух сред.

Яркий пример реального проявления СВП, по нашему мнению, можно наблюдать на изображении сейсмического разреза земной коры, полученного по геотраверсу «Татсейс-2003» и приведенного в публикации [7]. Здесь отмечается, вслед за другими авторами, что природа отражающих границ в земной коре связана с напряженным состоянием среды, а не сменой состава пород в разрезе. На сейсмическом разрезе эти зоны проявляются в виде выполаживающихся вниз осей синфазности (листрической) формы (рис.2). Соответствующие им отражающие границы веерообразно наклонены в юго-восточном направлении от некоторого центра, находящегося в северо-западном участке профиля на границе Котельнического свода и Казанско-Кажимского авлакогена, где их направление меняется на противоположное. Наклонные отражатели в некоторых случаях пересекают уровень МОХО на глубине порядка 35-40 км. Богатые нефтяные месторождения смещены к юго-восточному участку профиля в сторону Урала и отсутствуют в его северо-западной части, выходящей на Московскую синеклизу.



Puc. 2. Фрагмент глубинного разреза по геотраверсу «Татсейс-2003» в едином масштабе по вертикали и горизонтали с наложенными фронтами стоячих волновых полей.

Условные обозначения: 1 – отражающая граница по данным МОВ ОГТ; 2 – материнская отражающая граница; 3 – фронты СВП; 4 – месторождения нефти

Перечисленные особенности структурного строения земной коры, отображенные на сейсмическом разрезе геотраверса «ТАТСЕЙС-2003», могут быть объяснены с позиций структурообразующей роли стоячих волновых полей Земли.

Отражающие границы на сейсмическом разрезе аппроксимировались фронтами СВП из локальных источников. Для этой цели изображение сейсмического разреза трансформировалось в единый вертикальный и горизонтальный масштаб. Модель СВП строилась с учетом залегания «материнской границы» на глубине раздела МОХО, а положение локального источника задавалось на глубине поверхности кристаллического фундамента. В первом приближении, скорости упругих волн в среде считались постоянными, а также не учитывался частотный состав взаимодействующих полей порождающих СВП. Тем не менее, результаты сравнения моделей фронтов СВП с формой и наклоном отражающих границ на сейсмическом разрезе показало их полное соответствие и прямое совпадение. При этом однозначно выявлены, по меньшей мере, три источника СВП, приуроченных к зонам контактов крупных геотектонических структур (с северо-запада на юго-восток): Котельнического свода, Казанско-Кажимского авлакогена, Северо-Татарского свода и Южно—Татарского свода. На последнем сейсмический профиль пересекает Ромашкинское нефтяное месторождение—гигант (рис.2).

Локальные источники, образующие рассмотренное выше СВП, очевидно относятся к резонансному типу и представляют (или представляли собой в геологическом прошлом) акустически контрастные локальные области, распределенные вдоль зон сочленения упомянутых геотектонических структур. В общем случае, такие источники должны излучать упругие волны с цилиндрическим фронтом, имеющем в вертикальном сечении вид точечного. Возбуждающее резонансные источники внешнее волновое поле, скорее всего, сязано с интенсивными поверхностными волнами океанического происхождения.

Таким образом, на материалах регионального профиля, пересекающего восточную часть ВЕП принципиально подтверждается структурообразующая роль СВП в качестве причинного фактора. Следствием воздействия СВП на геологическую среду является образование листрических разломов, реальных и, возможно, «фантомных» отражающих границ в сейсморазведке, которыми могут быть стабильные фронты стоячих волн.

Важно отметить, что восстановленное нами направление энергетического воздействия СВП на объем земной коры и верхней мантии способствует перемещению по горизонтали и снизу-вверх углеводородов за

счет эффекта «биения» квазистоячего волнового поля. Возможно по этой причине на геотраверсе «Татсейс-2003» все районы богатых нефтяных месторождений сосредоточены в юго-восточной части профиля, т.е. в зоне однонаправленного действия источников СВП S_2 и S_3 . Естественно предположить, что за счет аналогичного эффекта происходит миграция рудных растворов и химических элементов в условиях платформ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Богацкий В.В. Механизм формирования структур рудных полей. М.: Недра, 1986. 89с.
- 2. Чиков Б.М. Короткопериодные колебания в геологических процессах литосферы (обзор проблемы) // Литосфера. 2005, № 2. С. 3-20.
- 3. Дубянский В.И. О проявлении стационарных волновых процессов в некоторых структурах земной коры // Вестник ВГУ, серия «Геология», 2005. №2. С. 161-168.
- 4. Дубянский В.И. Стационарные волновые поля Земли как фактор формирования дискретных образований земной коры.Материалы XII Международной конференции «Активные геологические и геофизические процессы в литосфере. Методы, средства и результаты изучения». Воронеж. 2006. С. 192-194.
 - 5. Ультразвук. М.СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ, 1979, 400 с.
 - 6. Арутюнов и др. Технологии АНЧАР 10 лет // Технологии сейсморазведки.-2/2004. С. 27-31.
- 7. Трофимов В.А. Глубинные сейсмические исследования МОВ-ОГТ на геотраверсе ТАТСЕЙС-2003, пересекающем Волго-Уральскую нефтегазоносную провинцию. // Геотектоника. 2006 №4, С. 3 -21

МАНТИЙНАЯ КОНВЕКЦИЯ И ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОЛЫ

Евсеев А.Н., Трубицын В.П., Баранов А.А., Трубицын А.П.

Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, г. Москва, trub@ifz.ru

В геодинамической модели мантию делят на две части: верхнюю и нижнюю по границе на глубине 660 км, где эндотермический фазовый переход частично тормозит конвективные течения.

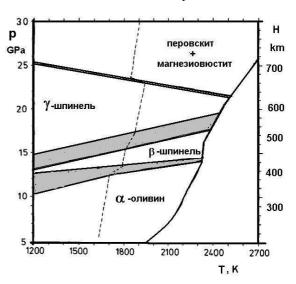
В последние два десятилетия построено много моделей, в которых рассматривается возможность временных расслоений течений с раздельной конвекцией в верхней и нижней мантии. Тормозящий эффект эндотермического фазового перехода очень чувствителен к значению наклона кривой фазового равновесия. Однако лабораторные измерения имеют значительную неопределенность, при которой возможно как частичное расслоение конвекции, так и лишь незначительное торможение части нисходящих мантийных потоков. В докладе приводятся результаты расчетов мантийных течений в широком диапазоне

значений параметров фазового перехода, выделяются области однослойной и двухслойной конвекции, находятся зависимости амплитуды и периода колебаний от параметров фазового перехода.

В химико-минералогической модели мантию делят на четыре части: верхнюю до глубин 400 км, переходную в интервале глубин 400-700 км, нижнюю 700-2700 км и слой D» толщиной, примерно 200 км. Такое деление обусловлено тем, что в переходной мантии происходят наиболее важные фазовые превращения с большими скачками плотности, а слой D» химически неоднороден из-за соседства с горячим железным ядром, и на его границе перовскит переходит в еще более плотную модификацию.

Основными минералами в пиролитовой модели мантии являются [Weidner, 1986; Solheim and Peltier, 1994,]: **оливин** — $(Mg_{0.9}Fe_{0.1})SiO_4$ (61%), ортопироксен- $(MgFe)SiO_3$ (15%), клинопироксен- $(CaMgFe)_2Si_2O_6$ -NaAlSi $_2O_6$ (10%) и **гранат**- $(MgFeCa)_3(AlCr)_2Si_3O_{12}$ (14%). При повышении давления минералы испытывают рад фазовых превращений, переходя последовательно в более плотные модификации.

На рис. 1 приведена диаграмма для фазовых переходов в оливине по экспериментальным данным [Ita,



Puc. 1. Диаграмма температура-давление для фазовых переходов в оливине по [Ita, Stixtrude, 1992].

Пунктирной кривой показано усредненное по латерали распределение температуры в мантии по глубине. Сплошная кривая справа- температура солидуса