

ТЕРРЕЙНОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ГЛУБИННОЙ СТРУКТУРЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ВЕРХНЕЙ МАНТИИ СЕВЕРО-ОХОТОМОРСКОГО ПРОГИБА И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ СУШИ

На основе новых данных о глубинном строении земной коры и верхней мантии, палеогеодинамике предложена модель плейтектонического развития зоны перехода северного побережья Охотское море – Евразия. Показана роль террейнов Охотоморской микроплиты в развитии палеосубдукции и ее закрытии и возникновении Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. На примерах продемонстрировано, что зоны субдукции аккумулируют значительную биомассу, а термодинамические условия являются благоприятным фактором для преобразования в углеводороды, что создает предпосылки для образования нефтегазовых месторождений. Исходя из этого, с учетом результатов глубокого бурения в Северо-Охотоморском прогибе, обосновывается необходимость поисков нефти в нижних структурных этажах.

Ключевые слова: террейн; субдукция; плейтектоника; земная кора; верхняя мантия; зона перехода море – суша; Северо-Охотоморский прогиб.

Введение

Нефтепоисковые работы, включая сейсморазведку МОВ, МОГТ и глубокое бурение на севере Охотского моря ведутся более 35 лет. В пределах Северо-Охотоморского прогиба по данным сейсморазведки мощность рыхлых отложений, образующих несколько структурных этажей, достигает 10-12 км. Выявлены десятки структур, представляющих потенциальный интерес на обнаружение нефтегазовых месторождений. При оценке их углеводородного потенциала, геологи исходят, по аналогии с шельфом Сахалина. По их представлениям, рассматриваемый Северо-Охотский шельф, является эпиплатформенным наложенным краевым прогибом [Тектоническое районирование ..., 2006]. Его основные запасы (60%) углеводородов сосредоточены в неогеновых отложениях. Исходя из этого, проектные скважины задавались на структурах верхнего этажа. Пять пробуренных, на Северо-Охотском шельфе скважин из-за отсутствия коллекторов, оказались пустыми.

Геофизическими исследованиями последних лет, установлено, что глубинная структура земной коры и верхней мантии, на основе плейтектонических концепций и террейнов, позволяют по иному рассматривать природу возникновения и развития Северо-Охотоморского прогиба, что не только исключает ряд не решенных вопросов при фиксистском подходе, но и увеличивает потенциальные запасы углеводородного сырья за счет вовлечения в разведку более глубоких структурных этажей, мощность которых существенно превышает неогеновые толщи. При таком подходе неизбежно возрастают глубины разведочного бурения.

Фиксистские представления природы Северо-Охотоморского прогиба

До конца XX века происхождение Северо-Охотоморского прогиба связывалось с рифтогенной зоной, возникшей в конце мела – начале палеогена. По мнению ряда исследователей, эта

зона приурочена к глубинному (мантийному) разлому, являющемуся пограничной структурой при переходе от моря к суше [Белый, 1994]. Разлом выделяется зоной градиентов гравитационного поля. Другими авторами природа градиентов объяснялась существованием экзотического “мантийного оползня”, представляющего крутонаклонную пластину с высоким значением объемной плотности по отношению к вмещающей его среде [Филимонов и др., 1968]. Пластина прослеживалась до глубины 600 км, что и явилось основанием отнесения ее к мантийной. С этих фиксистских позиций не было даже попыток объяснения, чем вызвано возникновение рифтогенной зоны, ее глубинного строения земной коры и литосферы Северо-Охотоморского прогиба и геодинамику его развития.

Глубинное строение земной коры и верхней мантии

С начала XXI в. в Примагаданском секторе зоны перехода Охотское море – суша выполняются геолого-геофизические исследования строения земной коры по геотраверсам 2ДВ (Магадан – о. Врангеля) и 2ДВ-М (Курильская глубоководная котловина – Магадан) [Андиева и др., 2009; Структура и строение ..., 2007]. В это же время были составлены карты аномального гравитационного и магнитного полей Дальневосточного Федерального округа [Зеленский, Целищев, 2003], построен ряд томографических сейсмологических профилей, показывающих изменение скорости продольных волн до глубины 600 км в зоне перехода Охотское море – Евразия [Gorbatov et al., 2000; van der Voo et al., 1999]. Два из них проходят через Магадан; один из которых пересекает Курило-Камчатский глубоководный желоб – зону современной субдукции океанической коры Тихоокеанской плиты под Камчатский полуостров. Оба разреза в районе Магадана идентичны: высокоскоростная пластина (слаб), погружается под углом около 45° в сторону суши до глубины 600 км. В Курило-Камчатском

глубоководном желобе – современной зоне субдукции, выделяется аналогичная высокоскоростная пластина, субдуцирующей океанической корой Тихоокеанской литосферной плиты. К поверхности слаба приурочены гипоцентры глубинных землетрясений. Эти пластины в зонах Магадана и современного глубоководного желоба на Камчатке выделяются повышенными значениями объемной плотности и на глубинном разрезе, построенном по методу плотностного зондирования.

В Примагаданском секторе строение верхней литосферы практически такое же как в желобе, но что парадоксально – граничащая с континентом кора в прогибе не океаническая, а промежуточная по типу (океаноморская), т.е. более легкая, мощная и прочная [Sedov, 2011]. По этим причинам Охотоморская микроплита не могла субдуцировать. Погружения промежуточной коры под континент не известны.

Состав изверженных пород Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП) в поперечном направлении соответствует андийскому типу [Парфенов, 1984]. Это свидетельствует, что ранее погружавшаяся кора Охотоморской микроплиты была океанической, а не промежуточной по типу, как современная. При субдукции коры промежуточного типа, с более кислым составом в сравнении с океанической, он отразился бы в минералогии вулканитов ОЧВП. Такого влияния нет. Это свидетельствует о том, что погружавшаяся часть Охотоморской микроплиты представляла собой террейн океанической коры. К подобным участкам в составе микроплиты относится Курильская глубоководная впадина. Поэтому ОЧВП несомненно является надсубдукционной структурой.

Прекращение субдукции было обусловлено тем, что террейн с океанической корой сменился на промежуточный тип коры, занимающей в настоящее время большую часть Охотоморской микроплиты.

Определения $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом абсолютного возраста вулканитов ОЧВП, позволяют датировать время палеосубдукции в зоне перехода Охотское море - северное побережье, периодом около 106-78 млн. лет [Hourigan, Akinin, 2004].

После прекращения субдукции некоторое время по инерции продолжалось движение Охотоморской микроплиты в сторону суши. Оно сопровождалось сжатием, в результате которого возникли горстовые поднятия фундамента. Они «проткнули» осадочную толщу, заполнявшую глубоководный желоб. Отметим, что рельеф поверхности АФ Северо-Охотоморского прогиба в поперечном сечении аналогичен современным глубоководным желобам.

Субдукция и нефтегазовые месторождения

О.Г. Сорохтин считает, что в зонах субдукции происходит интенсивное нефтеобразование,

которое обусловлено большим количеством органического материала и повышенным тепловым потоком, создающим благоприятные условия для преобразования органического вещества в углеводороды [Сорохтин, 1984]. При последующем формировании месторождений нефти и газа мобилизация и миграция рассеянных углеводородов происходит при активной промывке осадочной толщи горячими водами, поток которых направлен в сторону меньшего давления. Высокое давление вод поддерживается постоянной мобилизацией и перегревом поровых вод, содержащихся в океанических осадках, а также освобождающихся при гидротации субдуцирующей океанической коры.

Результаты исследования глубинного строения земной коры и верхней мантии, по комплексу геолого-геофизических материалов, включающих глубокое бурение и датировки абсолютного возраста позволили, на основе плейтектоники и террейнов, восстановить историю геологического развития Северо-Охотоморского прогиба, установить существование благоприятных условий для возникновения нефтегазовых месторождений в нижних структурных этажах и рекомендовать направление дальнейших нефтепоисковых работ. При этом не исключено, что субдуцировавшая Охотоморская микроплита, двигавшаяся с юга на север, ранее находилась в южных широтах, где осадки образовались в условиях большей биологической массы, что, безусловно, является дополнительным благоприятным фактором для скопления углеводородов.

1. Учитывая региональную выдержанность литологического состава отложений верхнего структурного этажа, имеющего неблагоприятные для залежей углеводородов условия, поиски нефтегазовых месторождений необходимо перенести на нижние структурные этажи.

2. Первоочередными объектами для сейсмической разведки МОГТ в варианте 3D являются участки, примыкающие к выступам фундамента, где возможны гранулярные коллектора, образованные при размыве поверхности выступов, а также образовавшиеся при воздымании пластов, тектонически запечатанные залежи углеводородов.

3. Переходная зона, непосредственно примыкающая к побережью, за счет близкого к нему расположению, должна содержать гранулярные коллектора, а следовательно также может рассматриваться как объект для проведения специальных сейсмических исследований.

В заключение отметим, что обоснованная новыми геолого-геофизическими данными смена фиксистских представлений о развитии Северо-Охотоморского прогиба на мобилистские, отвечает принципу геологов-нефтяников: “Нет не нефти, а отсутствуют идеи ее поисков”.

Литература

- Андиева Т.А., Саккулина Т.С., Маргулис Л.С., Тихонова И.М. Строение центральной части профиля Охотского моря (в полосе профиля 2-ДВ-М // Нефтегазогеологические исследования и вопросы рационального освоения углеводородного потенциала России : сб. науч. ст. / под ред. О.М. Прищепы. СПб : ВНИГРИ, 2009.- С. 247–263.
- Белый В.Ф. Геология Охотско-Чукотского пояса. Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1994.- 76 с.
- Зеленский Д.С., Целищев Л.А. Карта аномального поля силы тяжести ДФО СПб : ФГПУ «ВСЕГЕИИ», 2003.
- Кровушкина О.А., Жаров А.Э. Тектоническая эволюция и строение осадочных бассейнов северной части Охотского моря// Геология нефти и газа. 2003. № 1.- С. 21–27.
- Сорохтин О.Г. Тектоника литосферных плит – современная геологическая теория. М.: Знание, 1984.- 40 с.
- Структура и строение земной коры Магаданского сектора России по геолого-геофизическим данным : сб. науч. тр. /отв. ред. А.С. Сальников. Новосибирск : Наука, 2007.- 173 с.
- Тектоническое районирование и углеводородный потенциал Охотского моря / под ред. К.Ф. Сергеева. М. : Наука, 2006.- 130 с.
- Филимонов Б.Н., Попова О.Д., Редькина Г.А., Романова Е.К. Глубинное строение Пенжинско-Анадырской складчатой и Эвенской вулканической зон по гравиметрическим данным // Тихоокеанская геология, 1984, № 5.-С.99-105.
- Hourigan J.K., Akinin V.V. Tectonic and chronostratigraphic implications of new $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology and geochemistry of the Arman and Maltan-Ola volcanic fields Okhotsk-Chukotka volcanic belt north-eastern Russia//GSA Bulletin. May/June 2004. Vol.116, no. 5/6.- P. 637–657.
- Gorbatov A., Widiyantoro S., Fugua Y., Gourde E. Signature of remnant slab in North Pacific from P-wave // Geophysics Journ. Int. 2000. Vol. 142.- P. 27–36.
- Sedov B.M. The Crust and Lithosphere Structures Within the Magadan Segment of Okhotsk-Chukchi Volcanic Belt // Large Igneous Provinces of Asia: Mantle Plumes and Metallogeny : abstract vol. Irkutsk, Russia, August 20–23 2011. Irkutsk : Petrographica, 2011.- P. 227–230.
- Voo R. van der Voo R., Spakman W., Bijwaard H/ Mesozoic subducted slab under Siberia // Nature. 1999. Vol. 397.- P. 246–249.

**ТЕРРЕЙНОВА КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ ГЛИБИННОЇ СТРУКТУРИ ЗЕМНОЇ КОРИ
ТА ВЕРХНЬОЇ МАНТІЇ ПІВНІЧНО-ОХОТОМОРСЬКОГО ПРОГИНУ
І ПРИЛЕГЛОГО СУХОДОЛУ**

Б.М. Сєдов

На основі нових даних про глибинну будову земної кори та верхньої мантії для палеогеодинаміки запропонована модель плейтектонічного розвитку зони переходу північного узбережжя Охотське море – Євразія. Показано роль террейнів Охотськоморської мікроплити в розвитку палеосубдукції та її закриття та виникненні Охотсько-Чукотського вулканогенного поясу. На прикладах продемонстровано, що зони субдукції акумулюють значну біомасу, а термодинамічні умови є сприятливим фактором для перетворення у вуглеводні, що створює передумови для утворення нафтогазових родовищ. Виходячи з цього, з врахуванням результатів глибокого буріння у Північно-Охотськоморському прогині, обґрунтовується необхідність пошуків нафти у нижніх структурних поверхах.

Ключові слова: террейни; субдукція; плейтектоніка; земна кора; верхня мантія; зона переходу море – суходіл; Північно-Охотськоморський прогин.

**THE TERRAIN CONCEPT OF EVOLUTION OF THE DEEP STRUCTURE OF EARTH'S CRUST
AND UPPER MANTLE IN THE NORTH-SEA OF OKHOTSK DEPRESSION
AND IN THE ADJACENT LAND**

B.M. Sedov

Based on the new information about deep Earth's crust and upper mantle structure for palaeogeodynamics the model of plate tectonic evolution of transition zone between the Sea of Okhotsk and Eurasia is suggested. A role of Okhotsk Sea micro plate terrains in evolution of paleo subduction, its closure and Okhotsk – Chukchi volcanic belt occurrence is represented. It is shown by the examples that subduction zones can accumulate sizeable biomass and thermodynamic conditions are the favorable factor for transformation of the biomass to carbohydrates, it provides prerequisites for oil-and-gas field formation. Based on these and the results of the deep-hole drilling on North-Okhotsk Sea depression a necessity of prospecting for oil in lower layers is proved.

Key words: terrane; plate tectonic; subduction; transition zone sea – land; deep Earth crust; upper mantle; North Sea of Okhotsk depression.