

ОФИОЛИТЫ И НЕФТЬ В ПРЕДОСТРОВОДУЖНЫХ ЗОНАХ

Анализ геодинамических процессов в структурах современной активной окраины открывает возможность актуалистических сопоставлений при прогнозировании условий формирования древних орогенов, в частности Урала. Исследования по заявленной теме проводились в пределах северо-западной части активной континентальной окраины Тихого океана: Сахалин, Камчатка, Корякский хребет, хребет Ширшова в Беринговом море, Охотское море. Изучались все комплексы офиолитов и вулканогенно-осадочные формации, в том числе нефтегазоносные, залегающие во фронтальных частях островных палеодуг различных геодинамических типов. Рассмотрены следующие типичные палеодуги: 1) зрелая приматериковая (п-ов Магнет, готерив – баррем); 2) развитая приокеаническая (хр. Кумроч на Камчатке, кампан – палеоцен); 3) примитивная приокеаническая (Восточный Сахалин, альб – сантон, п-ов Карагинский, маастрихт – палеоцен). Наиболее выразительными индикаторами условий формирования офиолитов послужили биметасоматические контактово-реакционные (при взаимодействии с серпентинитами) слои, которые возникали в различные стадии формирования офиолитов от высокотемпературных ($T=900^{\circ}\text{C}$) и глубинных в полосчатом расслоенном комплексе через серию разнотемпературных и разноглубинных родингитов на контакте серпентинитов с породами габброидного, дайкового и вулканоплутонического спилит-кератофирового комплексов до апотуфовых и апофлишоидных метасоматитов ($350-160^{\circ}\text{C}$) пограничных вулканогенно-осадочных серий. Обобщение и анализ условий образования биметасоматических слоев в сочетании с геологическими, петрологическими, петрогеохимическими и другими данными позволили реконструировать место формирования офиолитовых ассоциаций в зоне перехода *примитивная* островная дуга-желоб над сейсмофокальной зоной [Юркова, 1991]. Начало формирования офиолитовой ассоциации связано с подъемом крупного диапира или колонны диапиров ультрабазитов дунит-гарцбургитового состава, которые рассматриваются как наиболее древний мантийный комплекс офиолитов. Детальное комплексное изучение ультрабазитов показало, что они были серпентинизированы в мантии. В процессе ранней петельчатой серпентинизации гарцбургита за счет оливина образовались антигорит-серпентин с параметром элементарной ячейки $a = 35,5 \text{ \AA}$ и природный сплав железо-никель состава тэнита в виде мельчайших (2–5 мкм) включений в антигорите.

Механизм начальной серпентинизации с образованием метана определен в следующем виде: $2\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + \text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6 + 4\text{CO} + 12\text{H}_2 > \text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8 + 4\text{CH}_4$, что подтверждено экспериментальными, термодинамическими, хроматографическими, изотопными данными и расчетами баланса вещества [Юркова, 1991]. Диапировые внедрения серпентинизированных ультрабазитов во фронтальной части островных дуг над сейсмофокальной зоной установлены также для Японской и Марианской островодужных систем [Maquyama, 1997, Maekawa et al., 2001]. Серпентинитовые слои литосферной мантии на глубинах 40–50 км в настоящее время характеризуются пониженными скоростями прохождения продольных сейсмических волн: 7,8–7,9 км/с вместо 8,1–8,2 км/с в выше- и нижележащих слоях [Буало, 1985]. На глубине 40–50 км наблюдается резкое выполаживание зоны Заварицкого–Беньофа, трассируемой очагами землетрясений. В этой области проявлены силы растяжения и скольжения и предопределен срыв верхних частей литосферной мантии с подъемом диапира или диапиров, флюидонасыщенных пластичных серпентинитов, которые были пронизаны полициклическими магматическими комплексами. Зона наиболее интенсивных дифференцированных движений в литосфере (опускание в тыловой части дуги и поднятие во фронтальной) располагается под островным склоном желоба, обеспечивая здесь наиболее высокую сейсмичность [Балакина, 1987].

Сквозной путь развития магматическо-метаморфической системы при подъеме офиолитового диапира способствовал активному преобразованию магмы, пород и углеводородных флюидов. Серпентиниты экранировали углеводородные флюиды от рассеивания, создавая природную автоклавную ситуацию. Флюидное сверхдавление обеспечило подъем диапира, гидроразрыв перекрывающих слоев, а также преобразование углеводородов: образование гомологов метана: этан, пропан, бутан, пентан, гексан и др. Эти углеводороды, взаимодействуя при каталитической активности тонкодисперсных серпентинитов и железо-никелевых соединений (тэнит, пентландит, магнетиты) в условиях повышенных температур ($T \geq 350^{\circ}\text{C}$), формировали все групповые компоненты нефти: нормальные алканы, изоалканы, нафтены, ароматические углеводороды. Высокая сейсмическая подвижность предостроводужных палеозон способствовала нарушению целостности серпентинитовых слоев, подъёму углеводородных экструзий и интрузий и миграции углеводородов по сдвиговым разломам,

¹ Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия. E-mail: bivmyrzb@mtu-net.ru.

рассланцованным и трещиноватым зонам в магматические и осадочные ловушки присдвигового неогенового прогиба в завершающие этапы становления офиолитов (для Сахалина в плиоцене). Эксперименты показали, что наиболее массоемким является перенос углеводородов в виде пленок скольжения флюидов вдоль плоскостей расланцевания почти на субмолекулярном уровне. Существенная роль в преобразованиях флюидов принадлежала энергии сдвиговых деформаций, максимальное проявление которых связывается с разрушением диапира.

Установлено, что нефтегазоносные комплексы с промышленными месторождениями нефти и газа, так же как и офиолитовые диапиры, приурочены к преддуговой зоне *примитивной* палеодуги (Северный Сахалин) [Юркова, Воронин, 2002]. Как показал структурно-формационный анализ, наложенные прогибы образовались в условиях значительной структурной перестройки предостроводужной зоны в результате закрытия (замыкания) желоба. Офиолитовые диапиры фиксируются зонами интенсивных (2000 гамм) положительных магнитных аномалий. С магнитной аномалией совпадает гравитационная аномалия в редукции Буге интенсивностью 88 мгк. Верхние границы магнитовозмущающих тел основного и ультраосновного состава залегают на глубине 10 км, что сопоставимо с глубинами дна глубоководных желобов, в частности, Марианского, связанного с *примитивной* островной дугой. Нижние границы магнитных аномалий фиксируются при пересчете на высоту 30 км. Часть кромок уходит в верхнюю мантию [Объяснительная записка..., 2000]. Нефтегазоносный бассейн приурочен к области с отрицательными магнитными аномалиями, которая примыкает к офиолитовой сутуре (палеодиапиру). Офиолитовые сутуры отгораживают часть акватории Охотского моря с залежами нефти и газоконденсата. Судя по данным изучения флюидогеодинимики региона О.В. Равдоникас [1990], в рассматриваемой зоне вплоть до настоящего времени продолжается сток и разгрузка глубинных эндогенных флюидов. Вторые источники углеводородных флюидов — это осадочное органическое вещество предостроводужных впадин (гомогенная

биомасса микроорганизмов, водорослей и др.), сформированное и преобразованное под влиянием тепла и глубинных восстановительных флюидов на внешнем склоне дуги по схеме термокаталитической модели. Действие двух источников на Сахалине разделено во времени, с чем связано двухэтапное заполнение ловушек нефтью с последовательным разновременным образованием двух зон водо-нефтяного контакта в позднем плиоцене и постплиоцене, что совпадает по времени с завершающими этапами становления офиолитов [Yurkova, 1970]. Время от начала формирования до разрушения офиолитового диапира оценивается в 200 ± 10 млн. лет и близко совпадает с периодом (212 млн. лет) обращения Солнечной системы вокруг ядра Галактики.

Литература:

- Балакина Л.М.** Сейсмогенные движения в фокальных зонах на примере Курило-Камчатской дуги // Строение сейсмофокальных зон. М.: Наука, 1987. С. 198–209.
- Буало Г.** Геология окраин континентов. М.: Мир, 1985. 155 с.
- Объяснительная записка** к тектонической карте Охотоморского региона. Масштаба 1:2 500 000. М.: ИЛОВМ РАН, 2000. 193 с.
- Равдоникас О.В.** Флюидогеодинимики и нефтегазоносность северо-восточной окраины Азии: Объяснительная записка к карте. Хабаровск, ДВО АН СССР, 1990. 38 с.
- Юркова Р.М.** Минеральные преобразования офиолитовых и вмещающих вулканогенно-осадочных комплексов северо-западного обрамления Тихого океана. М.: Наука, 1991. 162 с.
- Юркова Р.М., Воронин Б.И.** Формирование нефтегазоносных бассейнов в предостроводужных палеозонах // Дегазация Земли и генезис углеводородных флюидов и месторождений. М.: ГЕОС. 2002, С. 186–220.
- Maekawa H., Yamamoto K., Teruaki J., Ueno T., Osada Y.** Serpentine seamounts and hydrated mantle wedge in the Jzu-Bonin and Mariana forearc regions // Bull. / Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo. 2001. Vol. 76. P. 355–366.
- Maruyama S.** Pacific-type orogeny revisited: Miyashiro-type orogeny proposed // The Island Arc. 1997. Vol. 6. P. 91–120.
- Yurkova R.M.** Comparison of post-sedimentary alterations of oil-gas-and water bearing rocks // Sedimentology. 1970. N 15. P. 53–68.