

НОВЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ГРАВИТАЦИОННЫЙ ПРИЗНАК НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ РАЙОНОВ

А.М. Петрищевский

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
г. Биробиджан

В докладе иллюстрируется устойчивая связь минимумов плотностной контрастности нижнего слоя земной коры и подкоревой мантии с максимумами теплового потока в Западной Сибири, Северо-Восточном Китае и Австралии. Показывается приуроченность месторождений нефти и газа к зонам сокращения мощности и разрывам жесткого гранитно-метаморфического слоя, сопровождающихся высоким тепловым потоком. В гравитационных моделях, отражающих реологическое состояние геологических сред, проявлены структуры пододвигания (субдукции), надвигания, расщепления и растяжения. Изученные нефтегазоносные районы характеризуются типичными признаками рифтогенных структур.

Ключевые слова: гравитационные модели, реология, нефть, газ, Западная Сибирь, Северо-Восточный Китай, Австралия.

NEW DIAGNOSTIC GRAVITY MANIFESTATION OF THE OIL-GAS REGIONS

A.M. Petrishchevsky

Institute of Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS,
Birobidzhan

The stable connection between drops of density contrast in the lower crust and subcrustal mantle with high heat flow anomalies is established in the Western Siberia, North East China and North East Australia. The accordance of oil-gas deposits with zones of thin out and gaps of the hard crust layers, which are accompanied with high heat flow anomalies, are shown. The thrust, under-thrust (subduction), split and strain structures are displayed in gravity models, which reflect rheological properties of geological media. The studied oil-gas regions are characterized by typical manifestations of the rift structures.

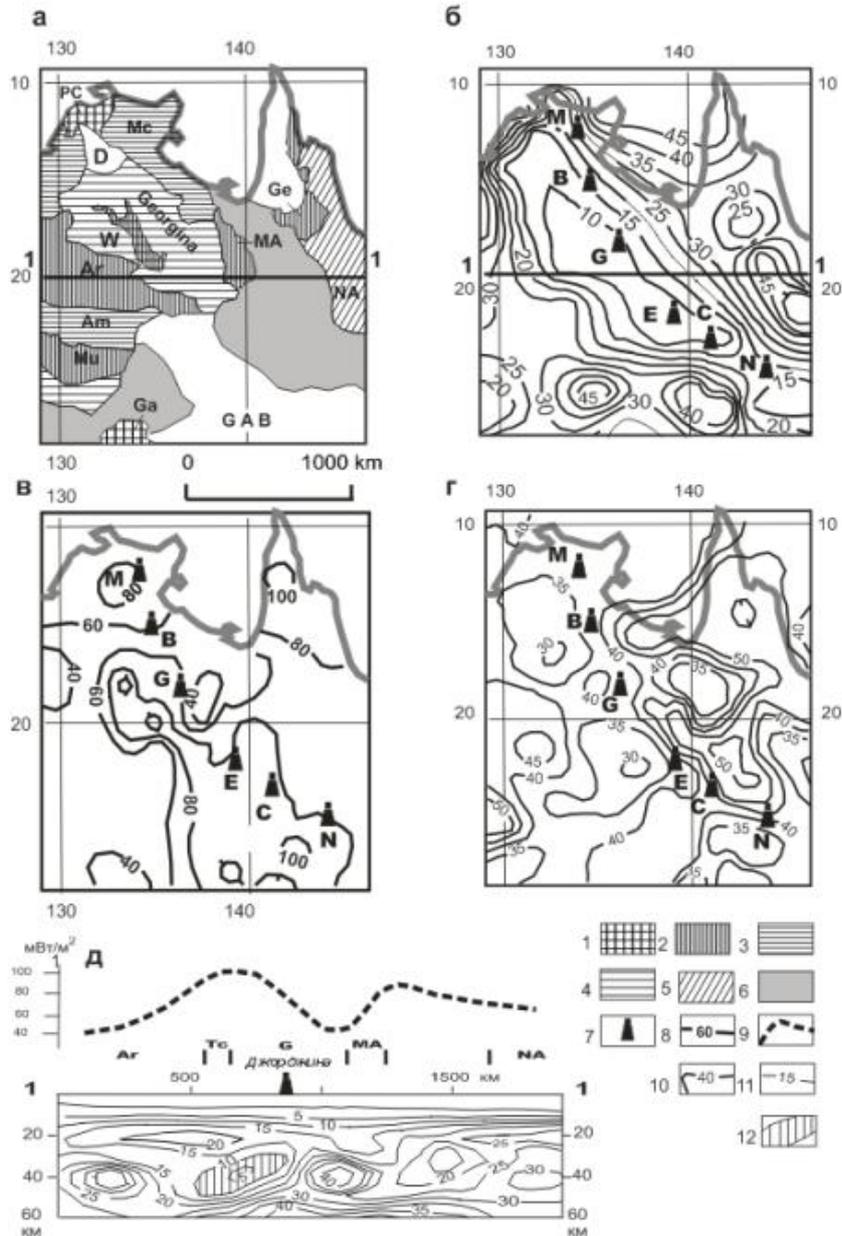
Keywords: gravity models, rheology, oil, gas, Western Siberia, North East China, Australia.

На стадии районирования и оценки углеводородного потенциала нефтегазоносных территорий важным является изучение реологических свойств земной коры и выявление глубинных источников тепла, способствующих образованию углеводородных залежей в приповерхностной осадочной толще. Традиционными индикаторами реологических свойств геологических сред являются аномалии скорости сейсмических волн, электрических сопротивлений и теплового потока, далеко не всегда характеризующие свойства сред в трехмерном пространстве вследствие высоких затрат на проведение таких исследований. Разработанный автором гравитационный индикатор реологических свойств геологических сред

(Петрищевский, 2013) дополняет традиционные оценки и осуществляется в 3D-постановке, что позволяет значительно более дешевым способом осуществлять районирование территорий, потенциально перспективных на нефть и газ. Носителем информации о реологии геологических сред является плотностная контрастность (μ_z -параметр), вычисляемый на отрезках между центрами плотностных неоднородностей и поверхностями эквивалентных сфер, на которые выметаются, по Пуанкаре, массы объемных источников. Этот параметр связан обратной корреляцией с аномалиями температуры и прямой корреляцией с аномалиями скорости сейсмических волн и удельного электрического сопротивления (Петрищевский, Васильева, 2017).

В Западной Сибири (Томская область) установлена корреляционная связь плотностной контрастности с тепловым потоком из доюрского основания осадочной толщи, что предполагает существование источников тепла в зонах реологических разуплотнений нижнего слоя земной коры и подкоровой мантии, а также непосредственное влияние глубинных зон пониженной вязкости на образование углеводородных залежей в осадочной толще. Установлено резкое различие реологических состояний земной коры в западных и восточных районах области. В западных районах кристаллическая кора менее вязкая, возможно раздроблена и, как следствие, более проницаема для потоков тепла и флюидов, а в восточных – более жесткая и характеризуется увеличенной мощностью, что определяет резкое различие продуктивности осадочной толщи на западе и востоке территории. По наличию зон пониженной вязкости (минимумам плотностной контрастности) на северо-востоке и юге области выделены два района, перспективных на обнаружение новых месторождений нефти и газа.

В Северо-Восточном Китае нефтегазоносный бассейн Сунляо сопровождается широким минимумом плотностной контрастности в большинстве срезов μ_z -модели до глубины 70 км, которые свидетельствуют о том, что нижний слой земной коры и подкоровая мантия находятся здесь в вязком состоянии. В верхнем и нижнекоровом слоях под впадиной Сунляо регистрируются низкие удельные электрические сопротивления. Мощность земной коры под впадиной сокращена до 32 км, а литосферы – до 75 км. В срезе μ_z -модели на глубине 70 км впадина характеризуется типичными признаками рифтогенной структуры. При этом непосредственно в гравитационных аномалиях бассейн Сунляо практически не выражен (Нао, Ли, Дуан, 1998), что объясняется многослойным строением тектоносферы и совмещением гравитационных эффектов поднятия астеносферы (гравитационный максимум) и верхнекорового прогиба (гравитационный минимум).



1-2 – метаморфический фундамент Северо-Австралийского кратона: архейский (1) и протерозойский (2); 3-4 – осадочные бассейны: позднепротерозойские (3) и палеозойские (4); 5 – складчатые комплексы Новой Англии; 6 – мезозойские осадочные отложения; 7 – нефтегазоносные районы (Munson, 2014); 8-9 – изолинии теплового потока на схеме «в» (8) и кривая над разрезом (9), мВт/м²; 10 – изопакиты мощности земной коры, км; 11 – изолинии плотностной контрастности (схема «б»); 12 – зона реологического разуплотнения в разрезе. Обозначения структур: архейские PC – Пайн Крик, Ga – Гаулер; протерозойские: Mu – Масгрейв, Ge – Джорджтаун, Ar – Арунта, MA – Маунт Айса, Тс – Теннант Крик; осадочные бассейны: Mc – Макартур, D – Дэли, W – Уайсо, Am – Амадиес. Обозначения районов нефте-газодобычи: М – Макартур, В – Биталу, G – Джорджина, Е – Эроманга, С – Купер, N – Нэрроу. NA – складчатая система Новая Англия. GAB – Большой Артезианский Бассейн.

Рис. Тектоническая схема (а) (Greene, 2010), плотностная контрастность подкорового слоя (б), тепловой поток (в) (Surface Heat ..., 2011) и схема мощности земной коры (Saygin, Kennett, 2012) Северо-Восточной Австралии с разрезом μ_z -модели (д)

В разрезах μ_z -модели впадина Сунляо выражена прогибом подошвы верхнекорового слоя пониженной вязкости, а в верхней мантии под впадиной располагается поднятие вязкого ($\mu_z < 10 \times 10^{-2}$ кг/м²/км) астеносферного слоя, приближающееся до глубины 80 км. Аномалия теплового потока здесь коррелируется с астеносферной линзой ($\mu_z < 5$ ед.) которая полого наклонена в восточном направлении. В подкоровом слое верхней мантии тоже присутствуют аномально вязкие зоны ($\mu_z < 5$ ед.), с одной из которых совпадают максимум теплового потока и месторождение Дацин с первичными запасами нефти 5,7 млрд. т, а природного газа – 1 трлн м³, что составляет более 25% углеводородных ресурсов КНР.

В **Северо-Восточной Австралии** углеводородные залежи залегают в палеозойских (О-С) сланцевых толщах в прогибах AR-PR-фундамента. Главной нефтегазоносной структурой здесь является палеозойский рифтогенный осадочный бассейн Джорджина (рис. а), который в распределениях плотностной контрастности прослеживается далеко на юго-восток под мезозойскими отложениями Большого Артезианского бассейна (рис. б). Разведанные запасы нефти в этом бассейне составляют 1 млрд 116 млн. баррелей, а прогнозные ресурсы – более 7 млрд. баррелей.

В бассейне Джорджина хорошо проявлены три типичных признака рифтовых систем: линейное сокращение мощности земной коры (рис. г), аномалия теплового потока (рис. в) и минимум плотностной контрастности (рис. б). В восточном борту бассейна Джорджина группируются районы добычи нефти и газа (Munson, 2014). В разрезе μ_z -модели (рис. д) ясно проявлена связь аномалий теплового потока с реологическим разуплотнением в нижнем слое земной коры.

Приводимые данные доказывают устойчивую связь минимумов плотностной контрастности с максимумами теплового потока в трех удаленных друг от друга нефтегазоносных провинциях. 3D-модели плотностной контрастности могут найти применение при поисковых исследованиях на нефть и газ, выборе мест заложения глубоких скважин и направления дорогостоящих сейсмических работ.

Список литературы:

Петрищевский А.М. Гравитационный метод оценки реологических свойств земной коры и верхней мантии (в конвергентных и плюмовых структурах Северо-Восточной Азии). М.: Наука, 2013. 192 с.

Петрищевский А.М., Васильева М.А. Нетрадиционные способы оценки реологических состояний тектонических сред в земной коре и верхней мантии западно-тихоокеанских континентальных окраин // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2017. № 4. Вып. 36. С. 39-55.

Greene D.C. Neoproterozoic rifting in the southern Georgina Basin, central Australia: Implications for reconstructing Australia in Rodinia // Tectonics. 2010. Vol. 29. TC5010.

Hao T., Liu Y., Duan Ch. Characteristics of geophysical field in east China and adjacent region // *Geoscience Journal*. 1998. Vol. 2, No. 3. Pp. 108-116.

Munson T.J. Petroleum geology and potential of the onshore Northern Territory / Northern Territory Geological Survey, Report 22. 2014. 242 p.

Saygin E., Kennett B. L. N. Crustal structure of Australia from ambient seismic noise tomography // *Journal of Geophys. Res.* 2012. Vol. 117 (B1). B01304. Pp. 1-15.

Surface Heat Flow of the Australia. Map Produced by Heat Dry Rocks Pty Ltd. 2011. URL: www.hotdryrocks.com.