

## РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПЛОТНОСТИ В ЛИТОСФЕРНОЙ МАНТИИ СИБИРСКОГО КРАТОНА ПО ДАННЫМ РЕГИОНАЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Прокофьев А.А., Кронрод В.А., Кусков О.Л. (ГЕОХИ РАН)

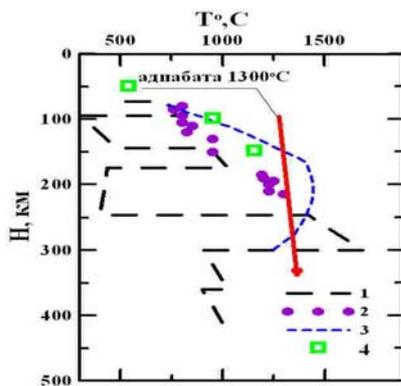
*irishrover@yandex.ru*

Ключевые слова: *литосфера, состав, температура, плотность, Сибирский Кратон*

Цель настоящей работы – на основании информации о скоростях сейсмических волн восстановить тепловые поля и плотность, а так же оценить мощность термической литосферы Сибирского кратона. Изучение мантии Сибирской платформы осуществлялось по уникальным сверхдлинным сейсмическим профилям, отработанными Центром ГЕОН Мингео СССР по химическим и мирным ядерным взрывам. Глубинное сейсмическое зондирование позволило получить детальную информацию о сейсмической структуре мантии Сибирского кратона и Западно-Сибирской плиты. Полученные данные обрабатывались российскими и международными группами [1,2,3,4,5]. Опубликованные модели различаются между собой разной методикой обработки экспериментальных волновых полей и разным объемом используемой для построения информации, что приводит к существенным различиям в скоростных профилях сейсмических моделей.

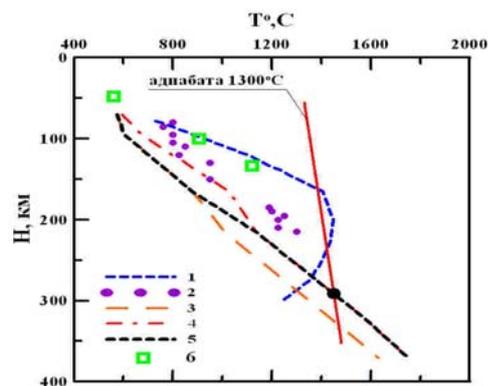
В настоящей работе применяется метод определения температуры верхней мантии Земли по сейсмическим данным, основанный на аппарате термодинамического моделирования, что, наряду с геохимическими ограничениями по составу ксенолитов, позволяет построить более надежные модели химического состава, внутреннего строения и теплового режима континентальной мантии Земли [6].

Согласно [7,8], под древними кратонами на глубинах ниже 170-200 км может существовать переходная зона от деплетированного вещества гранатового перидотита (GP) к составу фертильного вещества примитивной мантии (PM). Состав литосферы Сибирского кратона задавался по модели GP до глубин порядка 170 км с последующим переходом к составу PM на больших глубинах. Результаты по реконструкции тепловых полей, сопоставленные с данными сейсмологии и термобарометрии, приведены на рис. 1-2.



**Рис.1.** Распределение температур под Сибирским кратоном. Профиль Кратон:

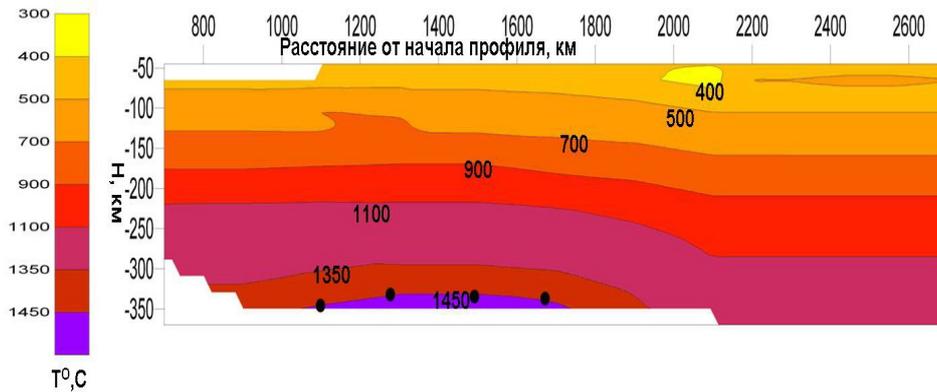
1 - профиль температуры, восстановленный по региональной модели [9]; 2 - температуры по данным термобарометрии [11]; 3 - профиль температуры, восстановленный по глобальной референц-модели IASP91.; 4 - оценки по поверхностным тепловым потокам [10]



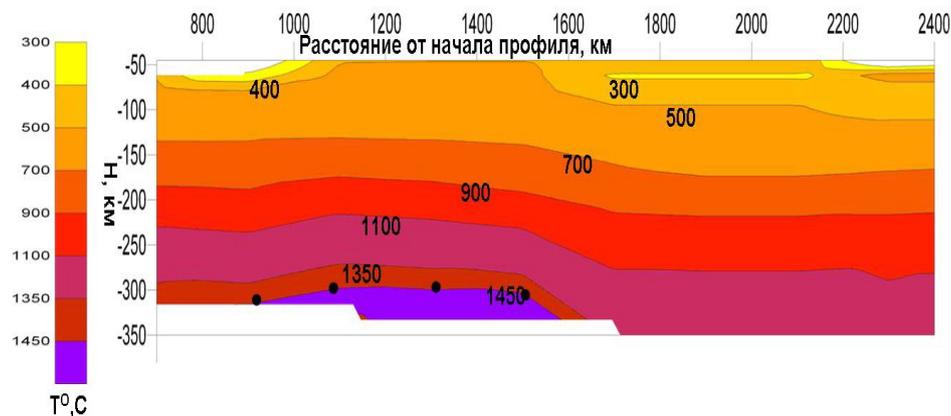
**Рис.2.** Распределение температур под Сибирским кратоном. Профиль Кратон:

1 - профиль температуры, восстановленный по глобальной референц-модели IASP91;  
2 - температуры по данным термобарометрии [11];  
3, 4, 5 - профили температуры, восстановленные по региональной модели [3] и петрологическим моделям: 3 - состав гранатового перидотита (GP); 4 - фертильное вещество примитивной мантии (PM); 5 - состав GP до 170 км, на больших глубинах - состав PM. Пересечение профиля восстановленных температур с потенциальной адиабатой 1300°C соответствует глубине термической литосферы; 6 - оценки по поверхностным тепловым потокам [10]

Восстановленные одномерные профили температур под Сибирским кратоном по разрезам скоростей Р-волн региональных моделей А.В. Егоркина [9] и Н.И. Павленковой [3] и глобальной модели IASP91 позволяют сделать качественные выводы о применимости этих сейсмических моделей для решения тепловых задач (рис.1,2). На рис.1 приведены восстановленные профили температуры. Вариации скоростей Р-волн [9] настолько велики, что приводят к физически необоснованным вариациям температуры (рис.1), существенно отличным от профилей температуры, удовлетворяющих поверхностным тепловым потокам [10] и данным термобарометрии [11], что требует дополнительного анализа. Сейсмические модели профиля Кратон [3] (рис.2) позволяют восстановить температуру с приемлемой достоверностью и оценить нижнюю границу термической литосферы.



**Рис. 3.** Распределение температур под Сибирским кратоном, профиль Кратон. Черными точками показано пересечение профилей восстановленных температур с потенциальной адиабатой 1300°C



**Рис.4.** Распределение температур под Сибирским кратоном, профиль Кимберлит. Черными точками показано пересечение профилей восстановленных температур с потенциальной адиабатой 1300°C

Двумерные температурные поля, полученные для профилей Кратон и Кимберлит по сейсмическим моделям [3] (рис.3 и 4), показывают значительное понижение температуры под Сибирским кратоном по сравнению со средней температурой в континентальной литосфере, оцененной из референц-модели IASP91. Например, изотерма 900°C под кратоном находится на глубине ~170-180 км (рис.2, 3), тогда как по данным IASP91 эта температура соответствует глубине ~100 км. Температура в центральной части кратона несколько выше, чем на периферии профилей, где изотермы опускаются на 20-30 км. Глубина термической литосферы, определенная по пересечению с потенциальной адиабатой 1300°C с градиентом 0.465°C/км (рис.2), совпадает с изотермой 1450°C для профилей Кратон (рис.3) и Кимберлит (рис.4) и находится на глубине ~330-350 км для профиля Кратон и ~310-320 км для профиля Кимберлит. Эти результаты находятся в хорошем соответствии с оценками по тепловым потокам [10] (350 км), по РР-Р волнам [1] (350 км), с томографической моделью [5] (350 км) и оценками [12] (260-310 км). Однако

оценки по поверхностным волнам [4] дают значительно меньшую мощность литосферы ~220 км. Также получено распределение плотности под Сибирским кратоном (рис.5).

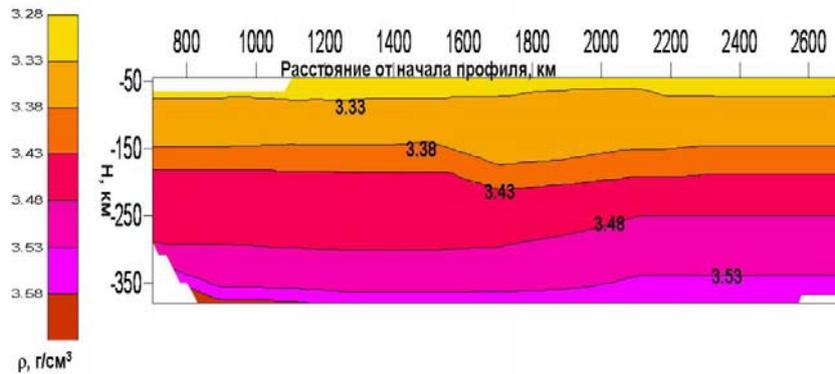


Рис.5. Распределение плотности под Сибирским кратоном, профиль Кратон

## Выводы

1. По сейсмическим данным и петрологическим моделям получены двумерные распределения температуры под Сибирским кратоном. Температура под кратоном на глубине 100 км на ~300°C и на глубине 170 км на ~500°C, соответственно, ниже средней температуры в континентальной литосфере.

2. Проведены оценки мощности литосферы под Сибирским кратоном. Глубина термической литосферы оценивается в 310-320 км для профиля Кимберлит и 330-350 км для профиля Кратон. В зонах повышенных скоростей для профиля Кимберлит наблюдается увеличение глубины термической литосферы приблизительно на 20-30 км.

3. Глубина термической литосферы для исследованных профилей совпадает с изотермой 1450°C.

4. Получено распределение плотности под Сибирским кратоном.

Грант: РФФИ 09-05-00115

## Литература

1. Bushenkova N., Tychkov S., Koulakov I. Tomography on PP-P waves and its application for investigation of the upper mantle in central Siberia // *Tectonophysics*. 358. 2002. P. 57-76.
2. Oreshin S., Vinnik L., Makeyeva L., Kosarev G., Kind R., Wentzel F. Combined analysis of SKS splitting and regional P traveltimes in Siberia // *Geophys. J. Int.* 2002. 151. P. 393-402.
3. Pavlenkova G.A., Pavlenkova N.I. Upper mantle structure of the Northern Eurasia from peaceful nuclear explosion data // *Tectonophysics*. 2006. V. 416. P. 33-52.
4. Zorin Yu.A., Mordvinova V.V., Turutanov E.Kh., Belichenko B.G., Artemyev A.A., Kosarev G.L., Gao S.S. Low seismic velocity layers in the Earth's crust beneath Eastern Siberia (Russia) and Central Mongolia: receiver function data and their possible geological implication // *Tectonophysics*. 359. 2002. P. 307-327.
5. Bijwaard H., Spakman W., Engdahl, E.R. Closing gap between regional and global travel time tomography // *Geophys. Res.* 1998. 103. P. 30055-30078.
6. Kuskov O.L., Kronrod V.A., Annersten H. Inferring Upper-Mantle Temperatures from Seismic and Geochemical Constraints: Implications for Kaapvaal Craton // *Earth Planet. Sci. Lett.* 2006. 244. P. 133-154.
7. Кусков О.Л., Кронрод В.А. Состав, температура и мощность литосферы кратона Каапвааль // *Физика Земли*. 2007. №1. С. 45-66.
8. Кронрод В.А., Кусков О.Л. Моделирование термической структуры континентальной литосферы // *Физика Земли*. 2007. № 1. С. 96-107.
9. Егоркин А.В. Строение мантии Сибирской платформы // *Физика Земли*. 2004. №5. С. 37-46.

10. Artemieva I.M., Mooney W.D. Thermal Thickness and Evolution of Precambrian Lithosphere: A Global Study // J. Geophys. Res. 200. 106. P. 16387-16414.

11. Boyd F.R., Pokhilenko N.P., Pearson D.G., Mertzman S.A., Sobolev N.V., Finger L.W. Composition of the Siberian cratonic mantle: evidence from Udachnaya peridotite xenoliths // Contrib mineral petrol. 1997. 128. P. 228-246.

12. Розен О.М., Манаков А.В., Серенко В.П. Палеопротерозойская коллизийная система и алмазоносный литосферный киль якутской кимберлитовой провинции // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. № 12. С. 1259-1272.

---

*Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(27) 2009*

*Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2009 года (ЕСЭМПГ-2009)*

*URL: [http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h\\_dgggms/1-2009/informbul-1\\_2009/planet-20.pdf](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2009/informbul-1_2009/planet-20.pdf)*

*Опубликовано 1 сентября 2009 г.*

© *Вестник Отделения наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2009*

*При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала, ссылка на «Вестник Отделения наук о Земле РАН» обязательна*