Половков В.В.
к.г.-м.н., доцент кафедры геофизики СПбГУ

Природа сейсмических границ в консолидированной земной коре

Начиная с первых сейсмических работ МОВ-ОГТ, выполненных еще в 1950-х годах, исследователи регистрировали относительно интенсивные отражения, образуемые в консолидированной коре. При этом природа этих отражений до сих пор вызывает дискуссии.

В результате анализа опубликованных научных работ, посвященных изучению сейсмических отражений в земной коре, а также результатов выполненного авторами математического и физического моделирования, можно типизировать причины сейсмических отражений:

1. Отражения в коре могут возникать на границе контакта различных интрузивных горных пород. Классическим примером являются силлы долеритов в гранитах, вскрытые при бурении сверхглубоких скважин Гравберг-1 и Стенберг-1 (Швеция) (Juhlin, Pedersen, 1987; Juhlin, 1990; Papasikas, Juhlin, 1997).
2. Отражения могут возникать в результате изменения сплошности породы (в зонах повышенной трещиноватости). Примером являются системы разломов в гранитном батолите Лак-дю-Бонне (Канада), с которыми связаны зоны повышенной трещиноватости (Mair, Green, 1981), а также Франкский линеамент, вскрытый скважиной КТБ.
3. Сильные отражения могут возникать в результате конструктивной интерференция в тонкослоистых средах. Такие среды, учитывая доминирующую длину волны при сейсмических работах, являются тонкослоистыми, в которых может проходить как конструктивная, так и деструктивная интерференция (Hurich, Smithson, 1987; Ji et al., 1997; Spaargaren, Warner, 1991). При этом, амплитуда в случае конструктивной интерференцией может быть в 5-10 раз больше, чем в случае деструктивной интерференции.
4. Отражения могут возникать в результате изменения анизотропных свойств горных пород. Примером служат зоны милонитов, в которых скорость продольных волн в направлении, перпендикулярном плоскости сланцеватости, зачастую меньше, чем в ортогональном направлении (Fountain et al., 1984).
5. Зоны милонитов, о которых говорилось в предыдущем пункте, сами по себе играют важную роль в формировании отражений в коре, так как могут сочетать в себе все указанные выше причины повышенной отражательной способности: тонкую слоистость, анизотропию, изменение вещественного состава, трещинноватость (Fountain et al., 1984; Hurich et al., 1985; McDonough, Fountain, 1988). Примером является зона сдвиговых деформация Морин (Канада) (Ji et al., 1997).
6. Ряд исследователей объясняют природу отражательной способности зоны милонитов наличием повышенного порового давления флюидов (Jones, Nur, 1984).

Таким образом, различных причин возникновения отражений в коре достаточно много, что не позволяет напрямую ассоциировать сейсмический образ коры с геологическим разрезом, в отличие от сейсмического образа осадочного чехла.

Список литературы

1. Fountain D. M., Hurich C. A., Smithson S. B. Seismic reflectivity of mylonite zones in the crust //Geology. – 1984. – Т. 12. – №. 4. – С. 195-198.
2. Hurich, C. A., and S. B. Smithson. "Compositional variation and the origin of deep crustal reflections." Earth and Planetary Science Letters 85.4 (1987): 416-426.

3. Hurich, C. A., Smithson, S. B., Fountain, D. M., & Humphreys, M. C. (1985). Seismic evidence of mylonite reflectivity and deep structure in the Kettle dome metamorphic core complex, Washington. Geology, 13(8), 577-580.

4. Ji S. et al. Seismic reflectivity of a finely layered, granulite-facies ductile shear zone in the southern Grenville Province (Quebec) //Tectonophysics. – 1997. – Т. 279. – №. 1. – С. 113-133.

5. Jones T. D., Nur A. The nature of seismic reflections from deep crustal fault zones //Journal of Geophysical Research: Solid Earth (1978–2012). – 1984. – Т. 89. – №. B5. – С. 3153-3171.

6. Juhlin C. Interpretation of the reflections in the Siljan Ring area based on results from the Gravberg-1 borehole //Tectonophysics. – 1990. – Т. 173. – №. 1. – С. 345-360.

7. Juhlin C., Pedersen L. B. Reflection seismic investigations of the Siljan impact structure, Sweden //Journal of Geophysical Research: Solid Earth (1978–2012). – 1987. – Т. 92. – №. B13. – С. 14113-14122.

8. Leven, J.H., Finlayson, D.M., Wright, C., Dooley, J.C. and Kennett, B.L.N. (Editors), 1990. Probing of Continents and their Margins. Tectonophysics, 173: 641 pp.

9. Mair J. A., Green A. G. High-resolution seismic reflection profiles reveal fracture zones within a ‘homogeneous’ granite batholith. – 1981.

10. McDonough D. T., Fountain D. M. Reflection characteristics of a mylonite zone based on compressional wave velocities of rock samples //Geophysical Journal International. – 1988. – Т. 93. – №. 3. – С. 547-558.

11. Papasikas N., Juhlin C. Interpretation of reflections from the central part of the Siljan Ring impact structure based on results from the Stenberg-1 borehole //Tectonophysics. – 1997. – Т. 269. – №. 3. – С. 237-245.

12. Spaargaren, Bastiaan, and Mike Warner. "Constructive Interference—Geophysical Mythology Re-Examined." Continental Lithosphere: Deep Seismic Reflections (1991): 359-362.