

Секция №3, устный

УДК 550.837.211:551.1

СЕЙСМОГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ НА ГЕОТРАВЕРСКАХ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

И.С. Фельдман

ООО «ЕМГЕО», Москва, mail@emgeo.ru

В докладе представлены глубинные геоэлектрические разрезы по данным МТЗ и комплексные глубинные сейсмогеоэлектрические разрезы территории Сибирской платформы и областей ее сочленения с обрамляющими структурами. Рассмотрены проблемы интерпретации МТ-данных, толкование геоэлектрических моделей в комплексе с сейсмическими и тревимагнитными данными. Обсуждается природа проводимости земной коры и верхней мантии.

Ключевые слова: геоэлектрические границы, МТЗ, проводимость, сопротивление, платформа, обрамление.

На Сибирской платформе в достаточно большом объеме выполнены работы МТЗ с аппаратурой MTU (Phoenix Geophysics ltd.). Большая их часть сосредоточена на геотраверсах 1СБ, 2СБ, Алтай-Северная Земля, где они сопровождаются комплексом глубинных сейсмических исследований. Детальные работы выполнены в рамках региональных и детальных нефтегазописковых работ в комплексе с МОГТ. Независимо от целевого назначения, все эти данные содержат информацию о строении земной коры и верхней мантии. ООО «ЕМГЕО» выполняет переобработку и интерпретацию полученных данных и представляет здесь полученные глубинные геоэлектрические разрезы по различным провинциям внутри платформы и по ее обрамлению горноскладчатых системами (Алтае-Саянским, Байкальским, Анабарским, Енисейским краем) и Енисей-Хатангским прогибом.

Для всех данных МТЗ общей особенностью является искажение кривых МТЗ локальными неоднородностями в окрестности измерительной установки. В основном они сводятся к квазистатическому сдвигу кривых на некоторый коэффициент, зависящий от распределения проводимости над экраном в окрестности пункта МТЗ. Ослабление этого эффекта достигалось т.н. «нормализацией» импеданса по технологии приведения проводимости к среднему значению. Далее графы интерпретации по участкам существенно различались. Прежде всего граф Земная кора включает повторную «нормализацию» импеданса по восходящим веткам кривых МТЗ (экран – верхняя высокоомная часть земной коры) с $R_{эфф} > 15-20$ км. Для структур обрамления и широкой полосы примыкающих к нему осадочных бассейнов решалась обратная 2D задача (Rebook) ($\sigma < 3\%$). Для остальной части профилей обратная задача решалась в классе 1D приближения (МЭЛ, IP1) ($\sigma < 0.5\%$). Здесь при изучении осадочного чехла использовались основные эффективные кривые, а при изучении более глубоких горизонтов – квазипродольные. Для периодов больше 200 с (проводящий горизонт в мантии) практически для всего региона структура МТ-поля отражает действие преимущественно трехмерных структур. Эффективный радиус «нормализации» для данного периода составляет не менее 300 км.

Полученные геоэлектрические разрезы для платформы дают достаточно детальное послойное представление о распределении проводимости в палеозойском чехле и нижележащих складчатых образованиях рифея. В пределах впадин и прогибов, включая предгорные, слоистость, характерная для осадочных образований, прослеживается до глубин 10-15 км. При этом геоэлектрический разрез остается относительно проводящим. В зависимости от глубины эрозии в большей или меньшей мере проявляются три структурно-тектонических этажа (Mz-Kz, Pz, Pr2-3), каждый из которых имеет свой структурный облик. В этом интервале геоэлектрические разрезы согласуются с данными МОГТ и, далеко не всегда, с данными КМПВ и ГСЗ. В земной коре платформы на глубинах 10-30 км практически повсеместно прослеживается проводящий горизонт с сопротивлением порядка 100-200 Ом. В его конфигурации вырисовываются складки шириной порядка 100 км с амплитудой 5-15 км. Под структурами обрамления проводящий слой приближается к поверхности. Его сопротивление уменьшается до нескольких Ом, а проводимость составляет тысячи Ом-1. Он крайне неоднороден по сопротивлению. В его конфигурации также отрисовываются крупноамплитудные складки шириной 50-60 км. Следует отметить хорошую корреляцию конфигурации кровли проводящего слоя

с гравитационным полем, что указывает на значительное увеличение плотности ниже этой границы. Граница Мохо не выделяется и соответствует, как правило, градиентной зоне повышения сопротивлений.

Наиболее контрастные аномалии мы наблюдаем на участках глубокой эрозии земной коры (щиты, антиклизы). Гранитизированные блоки имеют очень высокое сопротивление, тогда как участки, выполненные метаморфизованными осадочно-вулканогенными отложениями, могут иметь очень низкие сопротивления. Последнее определяется обилием органического вещества, превращенного в графит. Проводящие толщи могут сохранять первичную слоистость, однако, в большинстве случаев представляют собой узкие и протяженные зоны смятия, уходящие на значительную глубину.

Для складчатых обрамлений палеозойских структур (Урало-монгольский пояс) характерно площадное распространение проводящего горизонта на глубинах 10–20 км (Западные и Восточные Саяны). Горизонт имеет пологое залегание и прослеживается по площади на сотни км. В вышележащих образованиях достаточно отчетливо прослеживаются блоково-надвиговые структуры. Такие низкие сопротивления проводящего слоя могут быть объяснены только наличием элетропроводящих пород, образующих связную структуру. Возможно, что данный горизонт является смесителем древних надвигов.

В горно-складчатых сооружениях более древнего заложения (Енисейский кряж, Забайкалье) геоэлектрический разрез, начиная с небольших глубин, а иногда с поверхности и до глубин в 10 – 15 км, сложен аномально проводящими образованиями, подобными вышеописанным. Однако в отличие от палеозойских структур, здесь форма залегания проводящих комплексов весьма сложная, от крутых складок до вертикальных штоков. Участки приближения проводящих образований и поверхности соответствуют центральным частям антиклинорий и ассоциируются с полями золоторудных месторождений.

Изучение электропроводности верхней мантии возможно только при анализе и совместной интерпретации данных МТЗ на площади, соизмеримой с глубиной исследований. Такие результаты, получены на Восточно-Европейской и Сибирской платформах. Для первой верхняя мантия высокоомна до глубин порядка 400 км, тогда как на Сибирской платформе практически повсеместно прослеживается проводящий слой на глубине 100 - 120 км. Здесь, в этом же интервале глубин, по сейсмическим данным выделяется слой с пониженными скоростями, который отсутствует на Восточно-Европейской платформе. Природа пониженных сопротивлений и скорости может быть связана с пленкой остаточного расплава, обогащенного фаялитовой составляющей оливина на этапе магматической активизации Сибирской платформы в триасе.

В заключение необходимо остановиться на проблеме природы проводимости земной коры. Породы, слагающие земную кору, выходят на поверхность в глубоких эрозионных срезках на щитах и поэтому хорошо изучены как в естественном залегании малоуглубинной электроразведкой, так и на образцах в лабораторных. Все относительно проводящие породы земной коры относятся к "черным сланцам", обогащенным углеродом. Их сопротивление в массиве может опускаться до долей Ом. Все остальные образования высокоомны ($\rho > 1000$ Ом). По лабораторным данным, насыщение последних рассолами при соответствующих РТ-условиях в земной коре приводит к снижению сопротивлений на один-два порядка, но оно не может быть меньше сотен и тысяч Ом. Необходимо также учесть, что в тектонически-стабильных регионах вода в земной коре находится не в свободном, а в кристаллизационно-связном состоянии, т.е. не создает флюидов. Перекристаллизация пород при возрастании стадии метаморфизма с глубиной приводит только к увеличению сопротивлений. При этом графит остается устойчивым в термодинамических условиях земной коры и верхов мантии. Он может быть только растворен при процессах мигматизации (образование гранитов).

Из общего объема органических образований Земли, содержащих углерод, 95 % было накоплено в докембрии. Максимум приходится на средний-верхний протерозой. Оставшиеся 5 % приходятся на палеозой и более молодые образования. Поскольку основной объем земной коры сложен докембрийскими образованиями, углеродистые образования должны играть главенствующую роль в формировании ее геоэлектрического облика.