

Глубинный геоэлектрический разрез районов Шанучского медно-никелевого и Агинского золоторудного месторождений

Ю.Ф. Мороз^{1,2}, И.С. Улыбышев^{1,3}

¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: morozyf@kscnet.ru*

² *Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, 670047*

³ *Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга, Петропавловск-Камчатский, 683032*

В результате интерпретации магнитотеллурических зондирований (МТЗ) установлено, что верхняя часть разреза между Шанучским медно-никелевым и Агинским золоторудным месторождениями разделяется по удельному электрическому сопротивлению на два блока. В районе Агинского месторождения развита сеть глубинных разломов, по которым флюиды могут подниматься и образовывать месторождения цветных и благородных металлов. В районе Шанучского месторождения глубинных разломов не выявлено.

Введение

На Камчатке выделен ряд месторождений цветных и благородных металлов. Эти месторождения имеют ограниченные запасы, и необходимы поиски на основе прогнозных критериев, включающих информацию о глубинном строении перспективных районов. Большой интерес представляют данные об электропроводности земной коры и верхней мантии, так как они позволяют выявлять зоны, насыщенные электропроводящими и ионопроводящими породами. Целесообразно использовать метод магнитотеллурического зондирования, который позволяет получить информацию от приповерхностных частей разреза до глубин в десятки и более километров. В качестве основных объектов были выбраны Шанучское медно-никелевое и Агинское золоторудное месторождения, расположенные вблизи северной границы Срединного Камчатского массива. Изучение данного района дает возможность выявить основные особенности в распределении электропроводности земной коры и верхней мантии и получить новую информацию о глубинном строении района месторождений цветных и благородных металлов.

Краткая геолого-геофизическая характеристика

Агинское золоторудное и Шанучское медно-никелевое месторождения расположены в разных структурных зонах (рис. 1)[1, 4]. Шанучское месторождение находится в Срединном массиве метаморфических пород. Агинское месторождение приурочено к области сочленения краевой части массива с вулканической зоной предполагаемого Центрально-Камчатского глубинного разлома. Срединный массив является выходом относительно древних пород, представленных гнейсами, различными кристаллическими сланцами палеозойского (протерозойского) возраста, а также мезозойскими слабометаморфизованными осадочными и эффузивными породами. Вдоль восточной границы массива протягивается вулканическая зона, которая связывается с глубинным Камчатским разломом. Здесь распространены эффузивно-пирокластические породы с небольшим содержанием осадочно-туфогенных пород. Для района характерны многочисленные интрузивные проявления по широкой сети разломов, зачастую унаследованных от древних разломов в метаморфических породах.

О геоэлектрическом разрезе земной коры и верхней мантии можно судить по данным региональных исследований Камчатки [2]. Верхняя часть разреза сложена четвертичными образованиями с удельным электрическим сопротивлением от десятков Ом·м (рыхлые отложения) до первых десятков тысяч Ом·м (вулканогенные породы). Ниже залегает кайнозойская толща, которая имеет удельное электрическое

сопротивление от первых десятков до первых сотен Ом·м. В основании осадочно-вулканогенного чехла залегает домеловой кристаллический фундамент с удельным электрическим сопротивлением от первых тысяч до первых десятков тысяч Ом·м. В литосфере на глубинах 30-50 км выделяется слой повышенной электропроводности, связываемый с наличием жидких флюидов (минерализованных гидротермальных растворов и магматических расплавов).

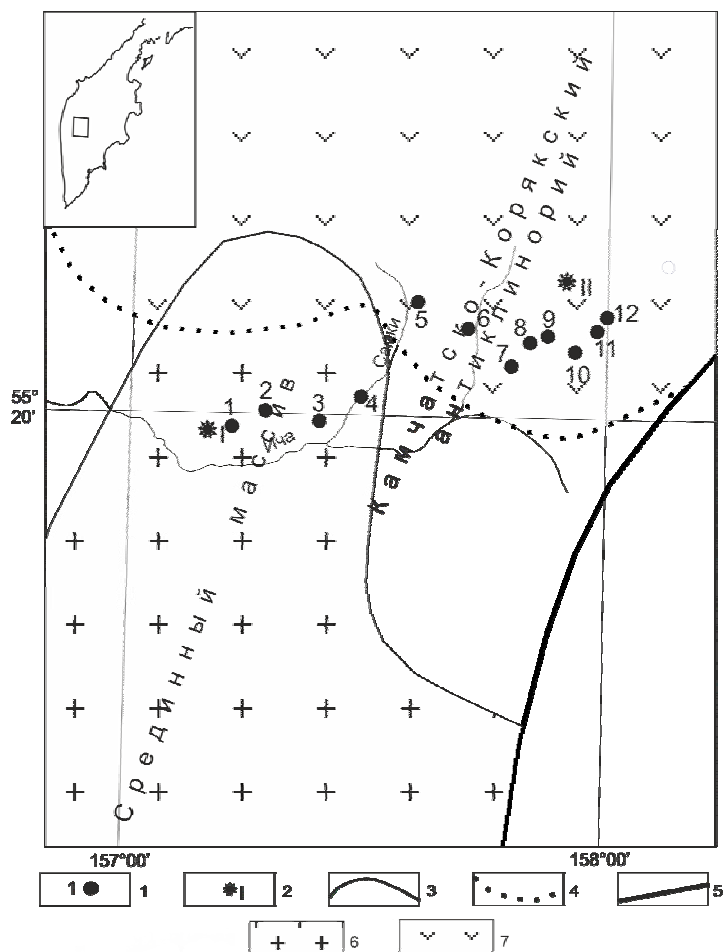


Рис. 1. Схема расположения пунктов МТЗ и основных тектонических элементов. На вставке указано расположение района исследований на полуострове Камчатка.

1 – пункты МТЗ; 2 – месторождения (I – Шанучское, II – Агинское); 3 – границы Срединного массива; 4 – границы Срединного вулканического пояса; 5 – предполагаемый Центрально-Камчатский глубинный разлом; 6 – Срединный массив; 7 – Срединный вулканический пояс.

простираением основных тектонических структур полуострова. На большинстве кривых выражены три слоя - относительно проводящий осадочно-вулканогенный чехол, высокоомная литосферная толща и глубинный проводящий слой. На отдельных фазовых кривых в правой части проявился максимум, отражающий наличие толщи с высоким сопротивлением под проводящим слоем.

Проанализировав продольные кривые МТЗ, мы можем разделить их по форме на два семейства, тем самым выделяя районы с различным типом геоэлектрического разреза – I (пункты 1-4) и II (пункты 5-12). Первое семейство располагается в пределах Срединного массива и характеризуется пониженной электропроводностью верхнего

Методика наблюдений и обработки результатов

Исследования методом магнитотеллурического зондирования проводились по профилю протяжённостью 55 километров между Шанучским медно-никелевым и Агинским золоторудным месторождениями. Шаг наблюдений неравномерный – от 2 до 4 км. В исследованиях были использованы две современных станции MTU-5A производства “Phoenix Geophysics Ltd”. Обработка магнитотеллурических данных выполнена с использованием комплекса новейших зарубежных и отечественных программ. В итоге получены кривые импеданса, фазы импеданса и типпера в диапазоне периодов от 0,003 до 3000 с, которые использованы для качественного анализа и решения обратной задачи. Точность определения модулей магнитотеллурических параметров составляет первые проценты, фаз импеданса – первые градусы.

Интерпретация МТЗ

В основу анализа положены кривые, полученные в главных направлениях - продольные и поперечные, в соответствии с

слоя. Второе семейство находится в области сочленения восточного края массива и наложенной вулканической зоны с широким развитием систем тектонических нарушений. Здесь осадочно-вулканологический чехол характеризуется повышенной электропроводностью. Поперечные кривые МТЗ во втором семействе существенно отличаются друг от друга, что связано с влиянием широкой сети разломов.

Следует отметить, что амплитудные кривые обоих семейств сильно расходятся по уровню сопротивлений, в то время как фазовые кривые более близки между собой. Это свидетельствует о том, что амплитудные кривые подвержены влиянию локальных геоэлектрических неоднородностей (ρ -эффект), из-за чего трудно оценить глубинную часть разреза. Упростить задачу можно путем осреднения кривых для каждого семейства. Поэтому был принят следующий вариант интерпретации. По индивидуальным кривым МТЗ определяется верхняя часть разреза в виде осадочно-вулканогенного чехла. По средним кривым МТЗ выполняется оценка мощности и глубины залегания глубинного проводящего слоя. Интерпретация проведена по продольным кривым МТЗ, в меньшей мере подверженным влиянию крупных геоэлектрических неоднородностей и разломов. Обратная задача решена в рамках одномерной модели. Поперечные кривые МТЗ использованы для уточнения зон глубинных разломов.

Результаты исследований

В результате интерпретации получен глубинный геоэлектрический разрез по профилю между Шанучским и Агинским месторождениями (рис. 2). На разрезе видно, что месторождение Шанучское располагается в районе высокоомного блока пород Срединного массива. Мощность верхнего слоя с удельным электрическим сопротивлением 1300 Ом·м здесь составляет около 9 км. В восточном направлении

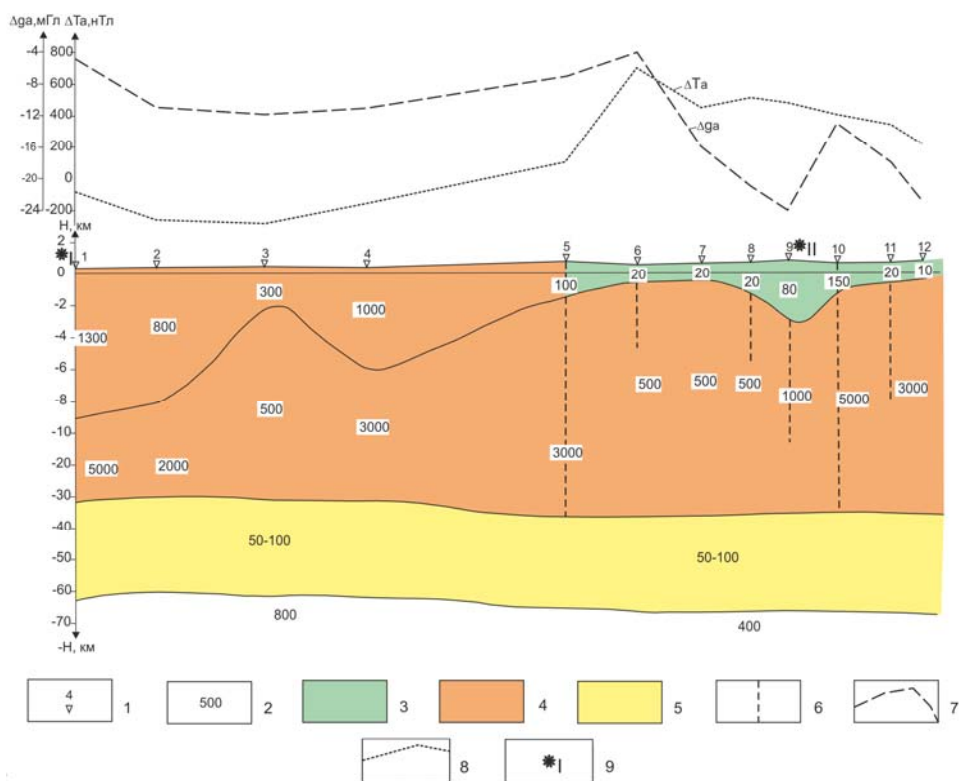


Рис. 2. Глубинный геоэлектрический разрез района исследований. 1 – пункты МТЗ; 2 – удельное электрическое сопротивление в Ом·м; 3 – осадочно-вулканогенные образования; 4 – кристаллические породы литосферы; 5 – проводящий литосферный слой; 6 – разломы; 7 – график поля силы тяжести в мГал [3]; 8 – график магнитного поля в нТл; 9 – месторасположение Шанучского (I) и Агинского (II) месторождений.

мощность и сопротивление слоя уменьшаются. Ниже этой толщи залегает комплекс пород с удельным электрическим сопротивлением 500-5000 Ом·м.

Агинское месторождение приурочено к погружению Срединного массива. Осадочно-вулканогенный чехол характеризуется низкими удельными электрическими сопротивлениями в первые десятки Ом·м. Характерно, что в этом районе широко развита сеть тектонических нарушений. Возможно, за счет этого осадочный чехол насыщен минерализованными растворами или электропроводящими породами.

В литосфере на глубинах 30-50 км выявлен проводящий слой со средним удельным электрическим сопротивлением около 50-100 Ом·м. Слой имеет региональное распространение на большей части Камчатки. Природа слоя связывается с наличием гидротермальных растворов и магматических расплавов. По данным геоэлектрики предполагается, что наиболее крупные тектонические разломы в районе Агинского месторождения связаны с глубинным проводящим слоем, из которого жидкие флюиды посредством разломов проникают в близповерхностные части разреза. По-видимому, с этим слоем может быть связано формирование рудопроявлений и рудных месторождений в поле магматических основных и ультраосновных пород, излившихся в приповерхностные части осадочно-вулканогенного чехла. В районе Шанучского месторождения ситуация другая. Здесь глубинные разломы по данным МТЗ не обнаружены.

Выводы

В результате решения обратной задачи выявлены следующие особенности структуры электропроводности земной коры и верхней мантии. В геоэлектрическом разрезе земной коры выделяются два блока с различной электропроводностью: западный и восточный. Западный блок расположен в Срединном массиве метаморфических пород, которые выведены здесь на поверхность, и характеризуется повышенными удельными электрическими сопротивлениями (МТЗ 1-4). Восточный блок земной коры (МТЗ 5-12) отличается повышенной электропроводностью осадочно-вулканогенного чехла, связанной с влиянием широкой сети тектонических нарушений. Этот блок приурочен к области сочленения восточной краевой части массива с вулканической зоной предполагаемого Центрально-Камчатского глубинного разлома.

В нижней части разреза выделен относительно проводящий слой на глубинах 30-60 км, связанный с наличием в нем минерализованных растворов и магматических расплавов. Глубинные разломы в районе Агинского месторождения проникают сквозь земную кору до литосферного проводящего слоя, и являются каналами, по которым флюиды могут подниматься в верхние горизонты земной коры. В результате охлаждения и снижения давления из флюидов формируются скопления минералов, образующих месторождения цветных и благородных металлов. Шанучское месторождение, по-видимому, имеет другую природу. Оно приурочено к выведенным на поверхность породам фундамента, сложенного метаморфизованными породами.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 16-05-00059а, а также по проектам ДВО № 16-I-1-012э, № 15-I-2-008.

Список литературы

1. Геология СССР. Камчатка, Курильские острова. Геологическое описание. Т. 31 М.: Недра, 1964. 733 с.
2. Мороз Ю.Ф., Лагута Н.А., Мороз Т.А. Магнитотеллурическое зондирование Камчатки // Вулканология и сейсмология. 2008. № 2. С. 83-93.
3. Ривош Л.А. О тектонике Камчатского полуострова и дна прилегающих к нему морских районов по геофизическим данным // Геология и геофизика. 1963. № 6. С. 30-47.
4. Шапиро М.Н., Ермаков В.А., Шанцер А.Г. и др. Очерки тектонического развития Камчатки. М.: Наука. 1987. 248 с.