

Матюков В.Е., Баталева Е.А.

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ПОИСКЕ И РАЗВЕДКЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

V.E. Matyukov, E.A. Bataleva

POTENTIAL OF USING OF MAGNETOTELLURIC SOUNDING METHOD FOR MINERAL EXPLORATION AND PROSPECTING

УДК:550.837

Показаны возможности использования результатов геофизических (магнитотеллурических) зондирований на территории Кыргызстана для поиска и разведки полезных ископаемых. Основное внимание было уделено территории Алайской впадины и зоне Таласо-Ферганского разлома.

The paper describes the potential of using the results of geophysical (magnetotelluric) sounding at the territory of Kyrgyzstan for mineral exploration. Special attention was paid to the area of the Alay Basin and the zone of the Talas-Fergana fault.

При значительном объеме ресурсов углеводородов Тянь-Шаня результативность поисков новых месторождений остается низкой. Это, в первую очередь, связано с резко сократившимися объемами геолого-геофизических работ, выполняемых в Кыргызстане, а также с недостатками в выборе основных направлений и первоочередных объектов поисков месторождений полезных ископаемых. Поэтому оценка возможных направлений поисков нефтяных и газовых месторождений в межгорных впадинах Тянь-Шаня является актуальной. Тянь-Шань в мезозойско-кайнозойское время пережил два этапа развития с разными тектоническими режимами: юрско-палеогеновый - платформенный, продолжавшийся до раннего олигоцена, и неогеново-четвертичный – орогенный, начавшийся в середине олигоцена. В районировании Тянь-Шаня важную роль играет зона Таласо-Ферганского разлома (ТФР), которая делит территорию внутриконтинентального орогена на две области с различными геодинамическими обстановками и условиями осадконакопления в верхней юре, мелу и палеогене (платформенный этап) и схожими условиями в неогене и антропогене (орогенный этап) [1-4]. Различие в условиях осадконакопления на платформенном этапе привело к тому, что северо-восточнее ТФР отсутствуют формации с относительно богатыми нефтегазоматеринскими толщами. Например, во впадинах расположенных северо-восточнее ТФР отсутствует палеогеновая терригенно-карбонатная формация морского генезиса, толщами которой контролируется нефтегазоносность не только палеогеновых отложений Афгано-Таджикской и Ферганской впадин, расположенных юго-западнее ТФР, но и в значительной мере миоценовой формации красноцветных моласс в Ферганской впадине. Длительный перерыв в осадконакоплении северо-восточнее ТФР привел к практически полному отсутствию ТФР меловых отложений. Из числа формаций выделяемых в платформенном этапе юго-западнее ТФР, северо- восточнее развита только ниже-сред-

неюрская сероцветная формация. Однако она имеет спорадическое распространение и объем ее сильно сокращен, что не позволяет говорить о высоком нефтегазоносном потенциале этих отложений. Таким образом, область расположенная юго-западнее ТФР представляется наиболее перспективной на территории Тянь-Шаня. В ее пределах располагаются Афгано-Таджикская и Ферганская впадины с установленной промышленной нефтегазоносностью, а также Алайская впадина, мезозойско-кайнозойские отложения которой схожи с первыми двумя, что позволяет прогнозировать открытие месторождений и в Алайской впадине (Рис. 1).

Алайской впадине (Рис.1).

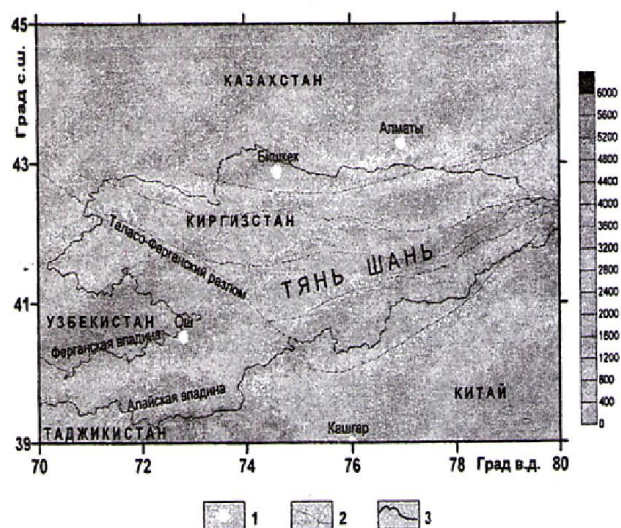


Рис.1. Карта Центрального Тянь-Шаня и прилегающих территорий. 1 - крупные города; 2 - крупные разломы; 3 - граница Кыргызстана.

В 2008 и 2009 гг. силами Научной станции РАН (г. Бишкек) и Центра Наук о Земле (г. Потсдам) в рамках мульти-дисциплинарной программы изучения зоны сочленения Памира и Тянь-Шаня были выполнены магнитотеллурические зондирования (МТЗ) вдоль профиля «TIPAGE» длиной около 350 км от Афгано-Таджикской границы на юге через Алайскую впадину до г. Ош на территории Кыргызстана. И хотя работы не носили поискового характера (слишком большой шаг зондирований), результаты зондирований (рис.2) могут быть использованы для анализа нефтегазоносности Алайской впадины получения дополнительной информации о ее глубинном строении, принимая во внимание то обстоятельство, что высо-

кая электропроводность верхней части разреза чаще всего обусловлена присутствием флюида.

Большинство рудных месторождений связано с тектоническими нарушениями, в некоторых случаях разломы являются основным рудоконтролирующим признаком [6]. Зоны глубинных разломов континентальной литосферы представляют собой зоны проявления интенсивных деформаций и повышенной проницаемости для расплавов и флюидов, что обуславливает обычную приуроченность к ним даек разного состава, пегматитов, метасоматитов и гидротермальной рудной минерализации. Формирование внутри-разломных пегматитов и метасоматитов, не имеющих генетической связи с интрузивными телами, напрямую связано с воздействием на деструктурированный субстрат эндогенных флюидных систем в связи с чем, изучение таких пород представляет большой интерес. Зоны тектонических нарушений, как правило, характеризуются более низкими сопротивлениями, чем вмещающие породы. Причиной мо-

жет быть повышенная трещиноватость, обводненность разломов или наличие пленок графита в зонах разломов. Повышенная проводимость позволяет обнаруживать и изучать разломы с помощью магнитотеллурических методов определять ширину, глубину простираения и наклон разломной зоны. Изучение глубинного строения разломных зон дает ключ к пониманию характера тектонических движений, сейсмической активности, флюидного режима, локализации месторождений полезных ископаемых.

Магнитотеллурические зондирования (МТЗ) в Тянь-Шаньском регионе являются сравнительно недорогим (в отличие от бурения и сейсморазведки) методом, позволяющим получить достоверную информацию о распределении неоднородностей физических свойств литосферы континентальных орогенов до глубин более 100 км. Кроме того, метод МТЗ является экологически чистым методом, что очень важно для современного состояния планеты.

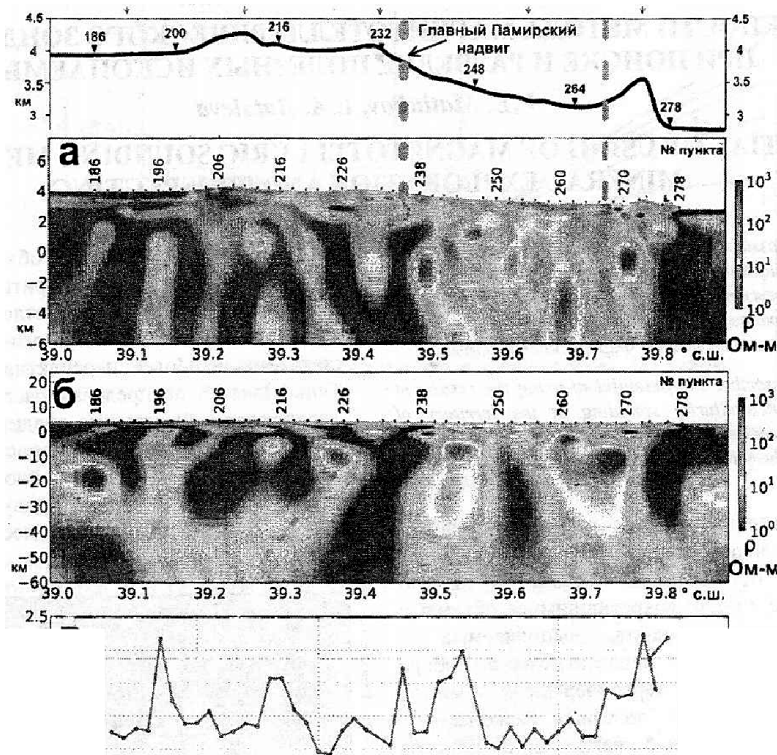


Рис. 2. Двумерная геоэлектрическая модель «ALAI-TIPAGE» (участок профиля «TIPAGE» от оз. Кара-Куль до Алайского хребта): а - верхняя часть разреза, б - полный разрез, в - погрешность подбора данных по всем инвертируемым компонентам (RMS-невязка) для пунктов МТЗ. Зона, выделенная эллипсом, описана в статье [5].

Существует также и определенная приуроченность рудных месторождений к интрузивным образованиям. Так, например, на Рудном Алтае магматические интрузии играют значительную роль в преобразовании рудных зон. Интрузивные массивы часто занимают большие объемы рудовмещающих пород, частично поглощая, как собственно рудовмещающие породы, так и рудные тела. В отдельных случаях происходит переотложение рудного вещества с образованием гнездовых и жильных месторождений внутри гранитных массивов [7]. Электрические свойства интрузивных образований могут существенно разли-

жаться в зависимости от их состава. Как правило, относительно вмещающих пород, интрузивные тела отличаются более высокими сопротивлениями. Если интрузия, или часть интрузии содержит большое количество электропроводящих включений, то она может характеризоваться и пониженными электрическими сопротивлениями. Как и в тех случаях, когда мы имеем дело с измененными интрузивными породами, жилами зон дробления, дайками и другими образованиями в интрузивных массивах, все они характеризуются пониженным электрическим сопротивлением, что резко отличает их от основной

массы интрузивных пород, для которых характерно высокое сопротивление. Такие объекты с успехом могут быть обнаружены методами электроразведки. Это, прежде всего, относится к высоко проводящим рудным жилам с сульфидным оруденением. В большинстве случаев рудные минералы обладают высокой электропроводностью, на порядки большей, чем проводимость вмещающих пород. Сплошные или жильные руды характеризуются интенсивными аномалиями проводимости, и электроразведочные методы, в том числе магнитотеллурические, являются основными геофизическими методами поиска и изучения подобных объектов.

В связи с появлением нового поколения аппаратуры Phoenix расширилась и область применения магнитотеллурического зондирования (МТЗ) в разведочной геофизике. В настоящий момент развивается поиск и изучение месторождений полезных ископаемых с применением высокочастотной модификации магнитотеллурического зондирования - аудио МТЗ (АМТЗ). Метод АМТЗ эффективен в тех случаях, когда искомые рудные объекты перекрыты мощной толщей высокоомных пород и недоступны для изучения методами наземной электроразведки на постоянном токе. Анализ матрицы импеданса, фазового тензора, матрицы Визе-Паркинсона позволяет даже по отдельным профильным наблюдениям определить простирание выявленных образующих аномалии объектов [8].

Удобство метода АМТЗ заключается в малой длительности регистрации (20-30 мин), необходимой для выделения высокочастотной составляющей магнитотеллурического поля, поэтому можно достаточно быстро выполнять не только профильные зондирования с плотным шагом, но и делать густую площадную съемку. Ввиду того, что при использовании МТ методов существует возможность выделения слабоконтрастных аномалий электропроводности на фоне высокоомных объектов, становится возможным изучение месторождений полезных ископаемых сложного геологического строения, имеющих не только крупные рудные тела, но и средние, и более мелкие. Что очень актуально на сегодняшний день, поскольку большинство крупных месторождений уже известно и разработано. Заслуживают внимание электроразведочные работы, выполняемые сотрудниками компании ООО «Северо-запад» в Норильской рудной зоне, на Кольском полуострове и в Украине [9]. Научная станция РАН имеет очень большой опыт в проведении работ магнитотеллурическими методами, при этом особое внимание уделяется изучению разломных структур. Важнейшая роль Таласо-Ферганского разлома как структуры, разделяющей Тянь-Шань на два блока - западный и восточный, которые отличаются строением верхней коры, изостатическим состоянием литосферы, сейсмичностью, проявлением в геофизических полях, контрастностью в новейших движениях, неоднократно отмечалась ранее в литературе [1-4]. Характерной особенностью является то, что при этом наблюдается хорошее соответствие корового проводящего слоя и волноводов. Восточный блок (восточнее Таласо-Ферган-

ского разлома) отличается от западного относительно меньшими глубинами залегания корового проводника (20-35 км на юго-востоке, 35-40 км - на западе). Проводящие горизонты на разных уровнях соединены между собой наклонными и почти вертикальными телами. Такие проводящие структуры могут соответствовать разломам или зонам повышенной проницаемости, по которым могут подниматься к поверхности мантийные флюиды. Они также могут быть идентифицированы с низкоскоростными плюмами, которые во многих регионах контролируют размещение очень крупных месторождений [6]. Крупные месторождения часто тяготеют к местам пересечения шовных зон и рифтогенных структур разломами глубокого заложения. Последние, как было показано в работе [10], хорошо маркируются эпицентрами мелкофокусных землетрясений и афтершоками, аномально повышенными тепловыми потоками и потоками фтора и др. Анализ размещения оруденения в связи с глубинным строением земной коры показал большую информативность таких элементов, как наличие структур повышенной электропроводности, морфология поверхностей Мохо и Конрада, наличие внутрикоровых волноводов.

Для исследования региональных закономерностей в размещении месторождений полезных ископаемых, оптимального выбора геофизического комплекса и методики поисковых работ, необходимо хорошо знать глубинное геологическое строение изучаемого региона. В таких сложных построенных, неоднородных средах, какой является внутриконтинентальный ороген Тянь-Шаня, возможности сейсморазведки бывают сильно ограничены. Решение обратной задачи по магнитному или гравитационному полю очень неоднозначно и требует существенной регуляризации с привлечением априорной информации. В случае дифференциации пород по сопротивлению с помощью МТЗ за счет явления скин-эффекта мы можем восстановить геоэлектрическую модель региона до больших глубин. Используя полученную геоэлектрическую модель в качестве стартовой, более устойчиво можно проинтерпретировать данные магнитной и гравиметрической съемки. Материалы о глубинном строении региона в комплексе с информацией о приповерхностных структурно-фациальных условиях могут помочь установить металлогеническую специализацию провинции и обосновать региональный прогноз размещения полезных ископаемых.

Таким образом, магнитотеллурические методы могут быть востребованы при решении задач, стоящих на разных этапах поиска и изучения месторождений полезных ископаемых и является надежными и недорогими в геофизическом комплексе, применяемом при, поисках рудных полезных ископаемых. Для наиболее успешного выполнения комплекса поисковых исследований необходимо результаты магнитотеллурических зондирований рассматривать совместно с другими геофизическими данными.

Литература:

1. Юдахин Ф.Н. Геофизические поля, глубинное строение и сейсмичность Тянь-Шаня. Фрунзе. Илим. 1983. 248.

2. Баталева Е.А. Глубинная структура крупнейших разломных зон западной части Киргизского Тянь-Шаня и современная геодинамика (по данным магнитотеллурических зондирований). Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. Новосибирск. 2005. 20 с.
3. Сабитова Т.М., Адамова А.А., Меджитова З.А., Багманова Н.Х. Трехмерная скоростная модель земной коры Тянь-Шаня по данным сейсмографаических исследований // Современная геодинамика областей внутриконтинентального коллизионного образования (Центральная Азия). М.: Научный мир. 2005. С. 118-134.
4. Мамыров и др. Геодинамика Таласо-Ферганского разлома Тянь-Шаня и стихийные бедствия на территории Центральной Азии / Бишкек, «Арашан дом печати». 2009. 230 с.
5. Матюков В.Е. Новые геофизические данные о глубинной структуре зоны сочленения Памира и Тянь-Шаня // Наука и новые технологии. Бишкек. 2012. №7.
6. Андреева Е.В., Бобачев А.А., Варенцов Ив.М. и др. Комплексование геофизических методов при поисках медно-никелевых руд на объектах ГМК «Норильский Никель» // Разведка и охрана недр. 2006. №8. С. 71-79.
7. Варенцов Ив.М., Куликов В.А., Яковлев А.Г. и др. Профильная интерпретация МТ/МВ данных в рудных приложениях // V Всероссийская школа-семинар по ЭМ индукции. Санкт-Петербург. СПбГУ. 2011. 235 с.
8. Дженчураева Р.Д. Роль структур глубокого заложения в формировании крупных месторождений (на примере Тянь-Шаня) // Известия НАН КР. 1999.
9. Дженчураева Р.Д. Геодинамика, металлогения и рудогенез (На примере Тянь-Шаня и прилегающих территорий). Бишкек: Илим, 2010. 224 с.
10. Щерба Г.Н., Дьячков Б.А., Нахтигаль Г.П. Металлогения Рудного Алтая и Калбы. Алма-Ата: Наука, 1984

Рецензент: д.ф.-м.н. Погребной В.Н.
