РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ БАЛЕЙСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

И. П. НОВИКОВ

(Представлена научным семинаром кафедры геофизических методов разведки)

Балейское и Тасеевское месторождения являются крайне неблагоприятными типами оруденения в смысле их обнаружения геофизическими методами разведки.

Геофизические исследования в пределах рудного поля систематически проводятся с 1945 г. и, исходя из затрат на их проведение, дали незначительную геологическую эффективность. Основной причиной их низкой результативности являлась неправильная постановка перед ними геологической задачи — прямые поиски и трассирование рудных тел (кварцевых жил). Несостоятельность постановки подобной задачи будет показана ниже.

Задача же поисков новых рудопроявлений в районе Балей перед геологической службой стоит и в настоящее время. Приступая к анализу возможностей геофизических методов при решении этой задачи, остановимся на условиях, при которых она может быть решена. К числу таких условий относятся в первую очередь условия залегания объектов, способных вызывать геофизические аномалии: размеры и формы тел, элементы залегания, мощность перекрывающих толщ. Другая группа условий, также имеющая решающее значение, относится к дифференциации физических свойств объектов, вызывающих аномалии, и вмещающих их пород. Не менее важна также выдержанность в плане и в разрезе (в пределах одного объекта поисков) и повторяемость типичных геометрических и физических характеристик этих объектов (от одного объекта к другому). Наконец, представляет существенный интерес наличие устойчивых корреляционных связей между возрастом геологических образований и их петрофизическими особенностями, хотя бы для сходных фаций.

Рудные тела Балейского месторождения следует характеризовать как весьма маломощные крутопадающие жилы, залегающие в магматогенных породах бортов грабена, приуроченные к ослабленным тектоническим зонам дробления. Жилы удовлетворительно выдержаны по простиранию, но сильно изменяют свою мощность и конфигурацию в разрезах вкрест простирания (наличие раздувов, пережимов, переходов в проводники, виргаций на прожилки, присутствие систем сближенных жил, спутников, апофиз; переменная мощность и интенсивность зоны скольжения окварцевания). Жилы устойчиво отличаются от вмещающих пород лишь по величине пьезомодуля (в несколько раз). В отношении других свойств (магнитности, плотности, удельного сопротивле-

ния, радиоактивности), как показали проведенные в последнее время исследования, различия жил и вмещающих пород в отдельных случаях могут быть весьма значительны. Однако они очень неустойчивы, варьируя в обе стороны от равенства в больших пределах, в зависимости от состава жил и вмещающих пород. Выявление таких жил возможно лишь с помощью каротажных исследований, петрофизических измерений и возможно весьма высокоточными крупномасштабными съемками на участках с мощностью перекрывающих толщ, соизмеримой с мощностью рудного тела. Последнее условие выполняется на месторождении весьма редко. В типичном для Балеев геолого-геофизическом разрезе мощность перекрывающих толщ превышает мощность жил в 5 раз и более, что делает невозможными поиски этих рудных тел полевыми геофизическими методами даже в случае наиболее благоприятной дифференциации по физическим свойствам (кроме пьезомодуля). Другой причиной, затрудняющей поиски жил на Балее, является крайняя неоднородность по физическим свойствам перекрывающих выходы рудных тел толщ (главным образом, аллювиальных и аллювиально-делювиальных наносов), связанная с изменчивостью их состава. Дифференциация свойств различных по составу наносов соизмерима с различиями свойств жил и вмещающих пород, а порою превосходит последние, что в особенности сказывается на результатах электроразведки, магнитометрии и радиоактивных методов, а также метода ПЭЭФ в наземном варианте. Изменение мощности рыхлых наносов нередко составляет десятки и сотни процентов на первых десятках метров, что особенно затрудняет интерпретацию данных электроразведки и гравиразведки. Наконец, весьма существенной трудностью применения всех видов геофизических методов является отсутствие на месторождении устойчивой и типичной картины аномалий, отмечающих рудные тела.

Оруденение Тасеевского типа в геофизическом отношении отличается от Балейского, главным образом, тем, что жилы на этом месторождении локализуются в терригенных осадочных породах. В отношении конфигурации рудных тел условия на Тасеево еще более сложны, чем на Балее, так как жилы, будучи очень неустойчивы как по строению, так и по падению, вдобавок еще сильно нарушены постройными и тектоническими подвижками.

Мощность перекрывающих толщ на Тасеевском месторождении также много выше, чем на Балейском. Жилы во всех случаях оказываются перекрытыми аллювием р. Унды, мощность которого нередко достигает 50 м, кроме того большая часть рудных тел не выходит непосредственно под аллювиальные отложения — минерализация по рудоносным трещинам нередко затухает на глубинах порядка первых десятков метров ниже поверхности денудационного среза конгломератов. Вследствие этого даже для жильных зон и зон окварцевания мощностью порядка 20 м, мощность перекрывающих толщ превышает собственные поперечные размеры жил в несколько раз. Учитывая, что столь мощные рудные тела встречаются на Тасеево весьма редко, а обычно мощность жил не превышает первых метров, следует констатировать, что для месторождения характерно пяти-десятикратное превышение мощности перекрывающих толщ над мощностью жил.

Дифференциация свойств рудных тел и окружающих пород на Тасеево также характеризуется чертами, аналогичными балейским. Более отчетливо, по-видимому, выступают различия пьезомодулей жильного кварца и вмещающих пород. Изменчивость же соотношения магнитности, плотности, радиоактивности и электропроводности между материалом жильного выполнения и меловыми терригенными породами становится еще более значительной вследствие фациальной пестроты послед-

них. Об устойчивости форм аномалий, вызываемых оруденением тасеевского типа, говорить вообще не приходится, поскольку ни одна из известных нам электроразведочных и магнитных аномалий на рудном поле достоверно отнесена за счет оруденения быть не может, а по данным каротажа рудные интервалы выявляются крайне нечетко.

Все это позволяет охарактеризовать оруденение тасеевского типа как почти не доступное для прямых поисков с поверхности и крайне сложное для выявления в разрезе скважин геофизическими методами, вследствие весьма большой глубины залегания и неустойчивой дифференциации физических свойств горных пород.

Анализ обширного геолого-геофизического материала по Балею показывает, что при поисках геофизическими методами месторождений балейского и тасеевского типа могут быть использованы лишь косвенные данные, получаемые путем выявления рудоконтролирующих и рудовмещающих тектонических разрывных нарушений. При этом основными методами для выявления и трассирования этих структур является гравиразведка и электроразведка.

По данным электроразведки и гравиразведки осадочные образования юры и мела, развитые в пределах грабена, в сравнении с породами его бортов отмечаются соответственно пониженными и низкими значениями сопротивления и поля силы тяжести. На границе осадочных образований и палеозойских гранитоидов в большинстве случаев наблюдается возрастание градиента сопротивления и силы тяжести. Почти на всей площади грабена величина этих градиентов в несколько раз меньше, чем на его бортах.

На картах сопротивлений и поля силы тяжести, а также геоэлектрических разрезах, различные литологические разности как осадочных, так и магматогенных пород сколь-нибудь заметно не выделяются. Исключение составляют лишь палеозойские граниты (т. н. борщовочная интрузия) и тела малых интрузий, развитые на южной периферии грабена.

На площади пониженного поля сопротивлений четко выделяется ряд линейно-вытянутых зон относительно низких сопротивлений. Зоны, как правило, носят не обособленный характер, а обычно сопрягаются либо между собой, либо с участками таких же значений кажущегося сопротивления. Длина некоторых зон составляет 1—2 км и более.

В центральной части грабена, в узле сопряжения линейно-вытянутых зон располагаются все разведанные к настоящему времени рудные зоны и жилы Тасеевского и Южного участка Балейского месторождений.

По данным гравиразведки с Тасеевским и Южным участком Балейского месторождений пространственно совпадает минимум силы тяжести, достигающий здесь наибольшей интенсивности. Подобный минимум силы тяжести имеет место к востоку от месторождения (Восточный блок грабена). В пределах основной части осадочной толщи грабена поле силы тяжести возрастает от центра грабена по всем направлениям и достигает на его бортах максимальных значений.

Кроме локальных аномалий силы тяжести (аномалии второго порядка) в пределах исследуемой площади намечаются в весьма грубых очертаниях аномалии третьего порядка, имеющие форму как бы линейно-вытянутых зон. В целях достоверной интерпретации этих аномалий, а также исключения из наблюденного поля силы тяжести регионального фона, для получения информации о структурах осадочного комплекса грабена и сопоставления электроразведочных данных с гравиразведочными, отражающими геологические особенности в основном мезозой-

ских образований, поле силы тяжести нами было пересчитано во вторые производные гравитационного потенциала.

Пересчет производился при помощи электронно-цифровой машины М-20.

Результаты пересчета поля силы тяжести в поле вторых производных показали следующую картину. На фоне относительно спокойных полей четко выделяются участки и зоны положительных и отрицательных значений вторых производных. Поля, отрицательные по своей форме и размерам, резко отличаются от положительных. Это в большинстве своем линейно-вытянутые зоны меридионального, северо-восточного и северо-западного простираний. Длина зон составляет сотни метров и доходит до нескольких километров. Так же, как и зоны пониженных сопротивлений, зоны отрицательных значений вторых производных обычно сопрягаются между собой. Один из узлов их пересечения пространственно связан с Тасеевским золоторудным месторождением.

Указанные понижения поля силы тяжести и поля сопротивлений в пределах мезозойских образований грабена обуславливается следующими причинами.

Минералогические плотности осадочных пород между собой близки. Изменения же их плотности как между различными петрофизическими группами, так и внутри отдельных групп обусловлены в основном изменением пористости пород. Осадочные породы обычно характеризуются высокой пористостью в сравнении с другими типами пород, причем пористость их изменяется в довольно широком диапазоне. Пористость и плотность пород взаимосвязаны и зависят от условий образования пород, а также от интенсивности проявившихся в них таких геологических факторов как геостатическое давление, складчатость, колебательные движения, выражающиеся в образовании интенсивно дробленных и трещиноватых пород, и физико-химические процессы.

Анализ имеющихся по Балейскому району геолого-геофизических материалов показывают, что на площади грабена проявлены в основном два последних фактора. Так тектоническая трещиноватость, дробление и катаклиз пород, как уже отмечалось, на площади грабена и его бортов проявлены повсеместно и особенно в пределах месторождений отдельных рудопроявлений и участков с повышенной золотокварцевой минерализацией. Трещиноватость проявлена как в наличии макротрещин, так и в наличии микротрещин. Заполненной цементом бывает лишь часть трещин, большая же их часть является открытой, «зияющей», заполненной в основном водой, малая часть — газом. Имеется также большое количество данных, указывающих, что по большинству таких участков избирательно развивалась кора выветривания. Преобразование же пород в коре выветривания обычно характеризуется понижением плотности этих пород, вызванных физико-механическими и геохимическими процессами. Первые характеризуются сильным дроблением пород, увеличением их трещиноватости и пористости и усиленным проникновением в трещины и поры грунтовых вод. С геохимической точки зрения хорошо проработанная кора выветривания характеризуется образованием и широким развитием в ней дисперсно-коллоидных систем с большой удельной поверхностью, т. е. с большой микропористостью и малой плотностью.

Наложение и совокупность описанных геологических факторов настолько вызвали уменьшение плотности пород, что стало возможным высокоточной гравиметрической съемкой с последующей трансформацией ее результатов картировать тектонические зоны, поперечные размеры которых соизмеримы с мощностью перекрывающих рыхлых четвертичных отложений.