

СВЯЗЬ КРУНЫХ И СУПЕРКРУПНЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С АНОМАЛИЯМИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

RELATION OF LARGE AND SUPERLARGE ORE DEPOSITS WITH EARTH CRUST ANOMALIES

S.Cherkasov, D. Cassard, A. Tkachev, E. Arbuzova, E. Chesalova, N.
Vishnevskaya

*С.В. Черкасов¹, Д. Кассар¹, А.В. Ткачев¹, Е.Е. Арбузова¹, Е.И. Чесалова², Н.А.
Вишневская²*

¹ АНО “Российско-французская металлогеническая лаборатория”

sergy@sgm.ru, d.cassard@brgm.fr

²ГТМ им. В.И. Вернадского РАН

Попытки анализа связи месторождений полезных ископаемых с глубинным строением земной коры предпринимались в России начиная с 70-х годов прошлого века. Эти работы были основаны на использовании глубинных тектонических моделей с привлечением данных об аномалиях потенциальных полей. Позднее началась активная переинтерпретация ранее накопленного материала с использованием мультидисциплинарных данных, были созданы новые модели коровых структур, имеющих отношение к процессам эндогенного рудообразования [1]. Эти работы лежат в основе системного подхода к установлению признаков крупных рудных концентраций в региональном масштабе путем выявления палеоструктур, связанных с транскоровым теплопереносом (ТТМП). В.И. Смирнов [3] отмечал, что энергии остывания приповерхностных магматических тел недостаточно для формирования значительных эндогенных концентраций рудного вещества. Отсюда, для формирования крупных рудных объектов в верхней коре необходимо локальное поступление энергии из нижележащих слоев Земли.

Задача выявления связей между позицией крупных рудных объектов, особенностями геофизических полей и глубинным строением земной коры включает в себя следующие подзадачи: 1. Моделирование и типизация возможных структур ТТМП для разных генетических типов эндогенных рудных объектов (определяются характеристиками магматических и метаморфических процессов, играющих ключевую роль в энергетическом обеспечении процесса рудообразования) и геодинамических обстановок; 2. Моделирование геофизических аномалий, вызванных элементами систем ТТМП; 3. Исследование проблемы унаследованности пространственных характеристик палеосистем ТТМП современными аномалиеобразующими объектами; 4. Изучение пространственных связей рудных объектов с элементами палеосистем ТТМП и математическое описание этой связи на основе ее статистической оценки в регионах, хорошо изученных с точки зрения металлогении. 5. Обобщение полученных результатов и их инверсия, т.е. – определение вероятности обнаружения крупных рудных объектов с определенными пространственными характеристиками по отношению к аномалиям геофизических полей и аномалиеобразующим объектам. Положительный результат такого рода исследования может иметь огромное практическое значение для регионов с осадочным чехлом, мощность которого

исключает возможность прямых геологических наблюдений, но не делает разработку месторождений нерентабельной (самые края чехлов в обрамлении щитов).

Можно предположить существование трех основных типов транскорового транспорта энергии и вещества: 1. прямой кондуктивный ТТМП, проявляющийся в верхней части земной коры в виде интрузивных комплексов базит-ультрабазитового, базитового, диорит-базитового, ультращелочного и щелочного (с базитами и без них) состава; 2. не прямой конвективно-кондуктивный ТТМП, связанный с образованием магматических камер внутри земной коры и сопровождаемый процессами активной контаминации ее вещества - на современном эрозионном срезе может проявляться в виде комплексов диорит-гранодиорит-гранитного состава нормальной или умеренно повышенной щелочности; 3. конвективный ТТМП – те области развития регионального метаморфизма, существование которых не привело в свое время к возникновению крупных объемов мобильной магмы, но, тем не менее, способствовало возникновению месторождений или существенной регенерации уже существовавших руд с улучшением их качества

Авторами проведены исследования пространственных связей крупных месторождений с аномалиями, возникшими в результате функционирования палеосистем первого и второго типов на примере таких регионов, как Карелия, Узбекистан, Центральный Казахстан и Енисейский кряж.

Яркий пример системы, связанной с прямым кондуктивным ТТМП, - район Бураковской интрузии – крупнейшей мафит-ультрамафитовой расслоенной интрузии Европы, с которой связаны крупные запасы хромовой руды, и перспективы выявления промышленных залежей платиноидов. Для анализа глубинного строения использованы аномалии поля силы тяжести в редукции Буге по сети 1x1 км, предоставленные СпецИКЦ «Полевая геофизика». Обработка данных для анализа глубинных плотностных неоднородностей производилась совместно со специалистами Французской геологической службы (BRGM) с помощью программного обеспечения TRANSF. Программа основана на послойном группировании источников гравиметрических аномалий [6, 7]. В результате разделения получены аномалии силы тяжести от слоев 0-5, 5-20 и 20-35 км, и для этих слоев рассчитаны значения псевдоплотности (рис. 1). Неожиданным результатом является факт глубокой корреляции аномалий псевдоплотности, соответствующих Бураковской интрузии во всех трех слоях. Это означает, что интрузия прослеживается в виде вертикального плотного штока на всю мощность земной коры, что не согласуется с имеющимися оценками (4-5км, [2]).

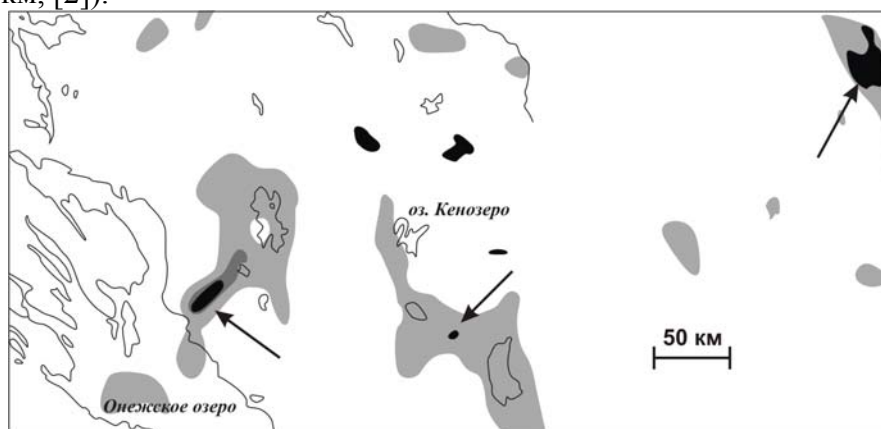


Рис. 1. Аномалии коэффициента корреляции псевдоплотности разноглубинных слоев (черный), и избыток псевдоплотности глубинного слоя (серый). Стрелками указаны аномалии «Бураковского» типа.

Прогнозирование структур 1-го типа ТТМП может осуществляться с помощью расчета коэффициента корреляции разноглубинных аномалий псевдоплотности в скользящем окне. В результате расчета коэффициента корреляции в скользящем окне 20x20 км получены 7 аномалий (рис. 1), из которых 4 пространственно совпадают с положительными аномалиями Буге и псевдоплотности глубинного слоя: Бураковский комплекс, небольшая аномалия к западу от оз. Кенозеро, совпадающая с известной, но плохо изученной Волошовской интрузией, похожая аномалия южнее и аномалия, расположенная в среднем течении р. Северная Двина. Последняя представляется крайне интересной, поскольку даже превосходит по площади Бураковскую, однако изучение ее представляется проблематичным из-за высокой мощности палеозойского осадочного чехла, составляющей в этом районе около 1000 м.

Примеры 2-го типа ТТМП основаны на термодинамической модели среднекорового силла [4], в соответствии с которой наиболее интенсивные восходящие потоки энергии наблюдаются в краевых частях среднекоровых магматических камер. Данная модель подтверждается не только математическим моделированием, но и специальным образом обработанными сейсмическими данными [5].

На примере Узбекистана (район Мурунтау), Центрального Казахстана (группа крупных вольфрам-молибденовых месторождений) и Енисейского края (Северо-Енисейский золоторудный район) был произведен анализ аномалий силы тяжести, пространственно коррелирующих с положением крупных рудных скоплений, генетически связанных с гранитоидным магматизмом. На рис. 2 видно, что пять известных крупных вольфрам-молибденовых месторождений Центрального Казахстана расположены в пределах 2-3 км от линий максимальных градиентов, ограничивающих глубинные зоны дефицита плотности. Аналогичные результаты получены и для двух других районов.

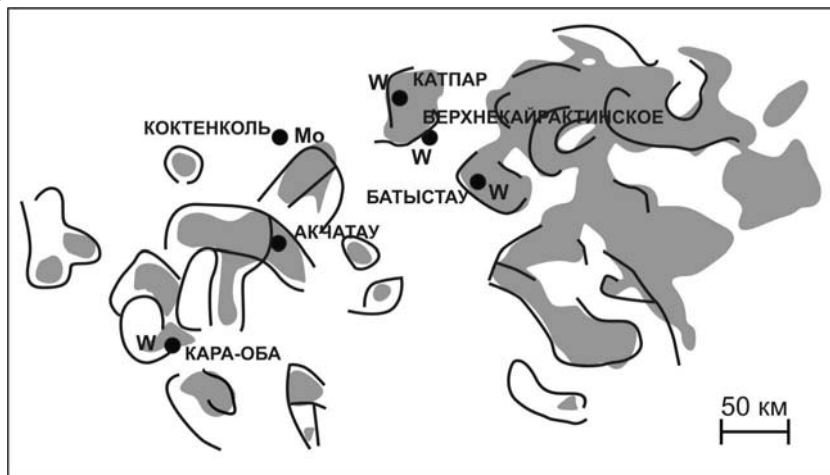


Рис. 2. Анализ поля силы тяжести и крупные рудные аккумуляции, генетически связанные с кислым магматизмом на примере Центрального Казахстана. Серым цветом показаны отрицательные аномалии псевдоплотности для слоя 20-35 км; черным - линии максимального градиента, оконтуривающие области дефицита плотности в этом слое; точки – крупные и сверхкрупные (Верхнекайрактинское) месторождения.

Таким образом, на основе анализа поля силы тяжести можно сформулировать и предложить систему критериев для практического прогнозирования эндогенных месторождений, связанных с 1-м и 2-м типами теплопереноса. При этом остаются незакрытыми вопросы унаследованности структур и разработки методики выделения перспективных участков для поисковых работ.

1. Константинов М.М., Данковцев Р.Ф., Черкасов С.В., Симкин Г.С. Глубинное строение и закономерности размещения месторождений Северо-Енисейского рудного района. Геология рудных месторождений, т. 41, N5, 1999, с.425-436.
2. Слюсарев В.Д., Лавров М.М., Кожевников В.Н., Костин В.А., Степанов В.С. Плутонические формации. В кн. «Металлогения Карелии». Отв. Ред. Рыбаков С.И., Голубев А.И. КарНЦ РАН. Петрозаводск, 1999, стр.59-71.
3. Смирнов В.И. Энергетические основы постмагматического рудообразования. - Геология рудных месторождений, 1981, N1, с.5-17.
4. Cathles L.M., Cherkasov S.V., Vishnevskaya N.A. Convective modeling based on geophysical imaging of deep crustal intrusions – A foundation for mineral exploration? Global tectonics and metallogeny, V.8, Nos. 1-4, 2003.
5. Cherkasov S.V. Revelation of unknown exiting geological features from non-conventional usage of geostatistical methods. Proceedings of IAMG-2005: GIS and Spatial Analysis, V.1, pp. 209-214.
6. Jacobsen, В.Н., 1987. A case for upward continuation as a standard separation filter for potential field maps. Geophysics, 52, 8, p 1138-1148.
7. Pedersen, L.B., 1991. Relation between potential fields and some equivalent sources. Geophysics, 56, 7, p 961-971.