

УДК 553.462'43

## КОМБИНИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ АНКАВАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

А. И. МОВСИСЯН\*, В. М. МАНУКЯН\*\*

*Кафедра поисков и разведки месторождений полезных ископаемых ЕГУ, Армения*

В статье описывается комбинированная геолого-структурная, геофизическая и рудно-геохимическая графическая модель Анкаванского рудного поля. Разработанная модель позволила определить положение разнотипного оруденения рудного поля в гравиметрической аномалии и сделать некоторые выводы о перспективах. В очередной раз представленная модель доказывает, что для медно-порфирового оруденения характерны максимальные отрицательные значения локального гравитационного поля.

**Keywords:** model, geological structure, geophysical anomaly, mineralization, ore field.

В последние годы достижения информационных технологий широко используются в геологии, в частности при моделировании. Имеющиеся в наличии компьютерные программные обеспечения и фактические данные позволяют, в частности, активно развивать геологическое, физико-геологическое, геохимическое, геолого-математическое, структурное трехмерное моделирование рудных таксонов. Необходимость разработки моделей рудоносных площадей и месторождений полезных ископаемых определяется задачами прогноза, поисков и разведки с целью повышения эффективности геологоразведочных работ на всех стадиях геологоразведочного процесса. В зависимости от поставленной цели моделирование может производиться в различных масштабах – от рудных районов, рудных узлов, рудных полей до локальных рудоносных структур и отдельных месторождений [1, 2].

Такой опыт работы мы уже имеем на примере разработанных моделей Техутского и Кохбского рудных полей [3]. Исследования были направлены на создание комплексно-комбинированных моделей отмеченных рудных таксонов в целях выявления в них особенностей локализации разнотипных оруденений, оценки их перспектив и определения направлений поисковых и разведочных работ. Ниже рассмотрим комплексно-комбинированную геолого-геофизическую и рудно-геохимическую модель Анкаванского рудного поля с медно-порфировым и окаймляющим его золоторудным оруденениями. Перед описанием модели отметим главные геолого-структурные особенности, приводи-

\* E-mail: [h\\_movsisyan@ysu.am](mailto:h_movsisyan@ysu.am)

\*\* E-mail: [vahan91@rambler.ru](mailto:vahan91@rambler.ru)

мые по опубликованным [4–7] и фондовым материалам (Тонакян А.Г., Карагезов А.И., 1972; Яникян В.О. и др., 1983).

Анкаванское рудное поле расположено в сложном тектоническом узле, образованном СЗ, ЮВ и близмеридианальными разломами. Основной рудоконтролирующей структурой здесь является одноименный Анкаванский разлом, а секущие его разрывные нарушения СВ простирания рассматриваются как рудолокализирующие. В геологическом строении рудного поля участвуют протерозой-нижний палеозойские метаморфические сланцы, осадочные образования верхнего мела, третичные осадочные, вулканогенно-осадочные, вулканогенные породы и современные отложения. Все эти породы в основном распространены во флангах рудного поля. Основная часть рудного поля представлена разновозрастными интрузивными породами: кварцевыми диоритами и тоналитами Анкаван-Артавазского интрузивного комплекса верхнеюрского возраста ( $143 \pm 6,1 \text{ Ma}$ ) [6], а также плагиогранитами средней юры, которые прорывают протерозойские метаморфизированные породы. В центральной части массива кварцевых диоритов и на ЮЗ развиты малые интрузии гранит- и гранодиорит-порфиров, представленные небольшими штоками и дайками. Они являются наиболее молодыми образованиями ( $33,2 \pm 2,1 \text{ Ma}$ ), прорывающими интрузивное тело кварцевых диоритов и тоналитов. В некоторых частях контактовых зон интрузивных пород развиты скарны и скарнированные образования. Кроме этого, здесь распространены также другие гидротермально измененные образования типа вторичных кварцитов, пропилитов и др. Зоны измененных пород в большинстве случаев прижимаются к разнонаправленным разломами дайкам.

В пределах рудного поля, в его центральной части, фиксируются отрицательные аномалии гравиметрического поля, которые характерны для медно-порфировых месторождений, приуроченных к участкам повышенной тектонической активности. Разрежение напряжений приводит здесь к разуплотнению пород и увеличению их объема за счет образования мельчайших трещин и пор, в которых локализуются зоны прожилково-вкрапленного оруденения [8]. Что касается магнитных полей, то ввиду незакономерных изменений их значений на объектах рассматриваемого типа и, в частности, на Анкаванском рудном поле, их использование не дало желаемых результатов. На исследуемой территории гравиметрическая аномалия имеет близширотное простирание и повторяет границы интрузии кварцевых диоритов и тоналитов. Граница зоны отрицательных значений аномалии, т.е. изолиния с нулевым значением гравитационного поля, проходит вблизи разломных зон СЗ направления. Эти нарушения с ЮЗ и СВ ограничивают оруденелые участки рудного поля и в СЗ направлении сочленяются друг с другом.

В рудном поле минерализация представлена медно-порфировым и золоторудным оруденением. Медно-порфировое представлено Анкаванским месторождением и расположено в его центральной части и окружено со всех сторон золотоносными рудопоявлениями: с ЮВ – Туджури Сарнахпюр, с ЮЗ – Циц-кар и Воскедзор, с С-СЗ – Еркатасар (Еркатадзор) и Бацати-Лич, с СВ – Ая-Павле и с запада – Ванатун (Эмин юрт). К СЗ от Анкаванского месторождения на расстоянии около 6 км, приблизительно на месте, где сочленяются разломы СЗ направления, расположено Тухманукское месторождение золота

со своими участками (рис. 1). Золотоносное оруденение в перечисленных участках проявлено в виде оруденелых зон и жил, имеющими в основном СВ простирание. Жильные зоны участков Циц-кар и Тгуджур, которые, по-видимому, являются продолжением друг друга, имеют почти широтное В-СВ простирание. Золотоносное оруденение в рудном поле занимает более высокий гипсометрический уровень, чем медно-молибден-порфировое.

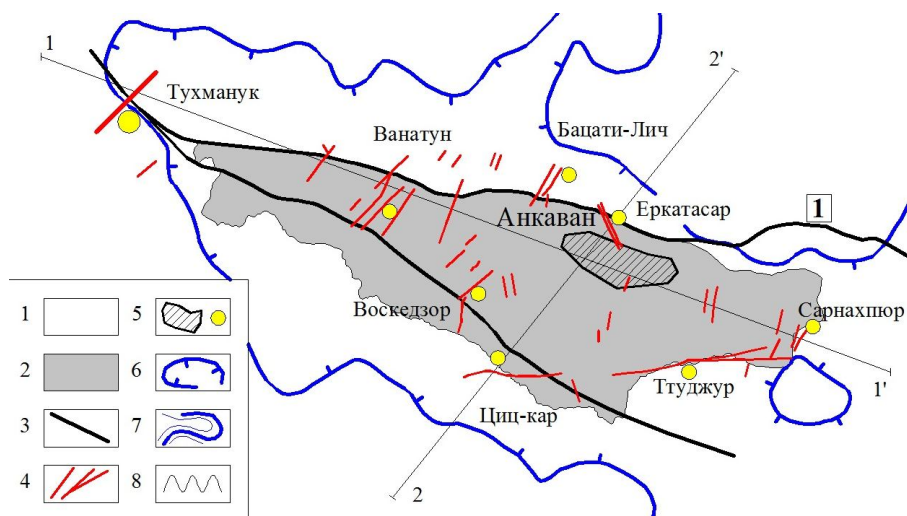


Рис. 1. Схематическая карта Анкаванского рудного поля.

Условные обозначения к рис. 1 и 2: 1 – осадочные, вулканогенные, вулканогенно-осадочные, метаморфические породы; 2 – кварцевые диориты и тоналиты Анкаван-Артавазского интрузивного комплекса; 3 – разломы (1 – Анкаванский разлом); 4 – жилы и жильные зоны; 5 – штокверк и участки с золоторудным оруденением; 6 – нулевая изолиния гравиметрической аномалии (стрелки указывают поле отрицательных значений); 7 – изолинии гравиметрической аномалии; 8 – поверхность Земли на время образования оруденения (7, 8 только на рис. 2).

Морфологически рудное тело Анкаванского месторождения представлено штокверком с неравномерным распределением вкрапленного и прожилкового оруденения (прожилковый тип представлен в большей степени). Для оруденения рудовмещающей средой являются кварцевые диориты, в меньшей мере – скарнизированные образования. Кварцевые диориты протягиваются полоской близширотного простирания на 1,5–2,0 км при ширине 400–500 м. Большая часть молибденового оруденения приурочена к измененным кварцевым диоритам, а Cu-Mo руды – к скарнам.

Для создания комбинированной геолого-геофизической и рудно-геохимической модели Анкаванского рудного поля, по аналогии с такой же моделью Техутского рудного поля, необходимо было построить геологические разрезы в заданных направлениях, восстановить общую гравиметрическую аномалию и поставить на нее штокверк и золотоносные участки.

Рассматривая поведение изолиний аномалий Буге (для построения модели) на исследуемом участке (наличие высоких горизонтальных градиентов практически по всем направлениям), образующий аномалию объект можно с большим приближением отождествить с гравитационной ступенью. Для такой модели по карте аномалий силы тяжести можно определить как глубину ее

верхней кромки от поверхности Земли ( $Z_1$ ), так и полную амплитуду ( $H$ ) и, следовательно, нижнюю границу ( $Z_2$ ). Для определения этих элементов можно применить метод предельных глубин Фишера–Люстиха [9] и воспользоваться следующими формулами ( $f = 66.7 \cdot 10^{-9} \text{ см}^3 \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$  – константа Ньютона):

$$\Delta g_{\max} \geq 2\pi f \Delta \sigma H, \quad Z_1 \leq \frac{\Delta g_{\max}}{\pi (W_{xz})_{\max} \left( 1 + \frac{(W_{xz})_{\max}}{4f \Delta \sigma} \right)}, \quad (W_{xz})_{\max} = \Delta g / \Delta x.$$

При расчетах все значения приведены в системе CGS.

С этой целью были построены два расчетных профиля 1–1' и 2–2', пересекающих предполагаемый аномальный объект. Максимальные перепады  $\Delta g$  по обоим профилям равны и составляют  $\Delta g_{\max} = 2,0 \text{ мГал}$ . Определив максимально резкие изменения  $\Delta g$  на коротких расстояниях, на профилях вычислены значения максимальных горизонтальных градиентов  $(W_{xz})_{\max}$ : для 1–1' – 14,0  $\text{Эт}$ ; для 2–2' – 53,9  $\text{Эт}$ . Для разности плотностей выбрано значение  $\Delta \sigma = 0,3 \text{ г/см}^3$ , что в принципе соответствует данной геологической ситуации с учетом плотности вмещающей среды аномального объекта. Вычисления элементов гравитационной ступени дали следующие значения, м:  $Z_1=387$ ,  $H=159$ ,  $Z_2 = Z_1+H = 546$  по профилю 1–1';  $Z_1=123$ ,  $H=159$ ,  $Z_2=282$  по профилю 2–2'. Полученные данные позволили за возможную глубину аномального объекта взять среднее значение, равное  $\sim 420 \text{ м}$ .

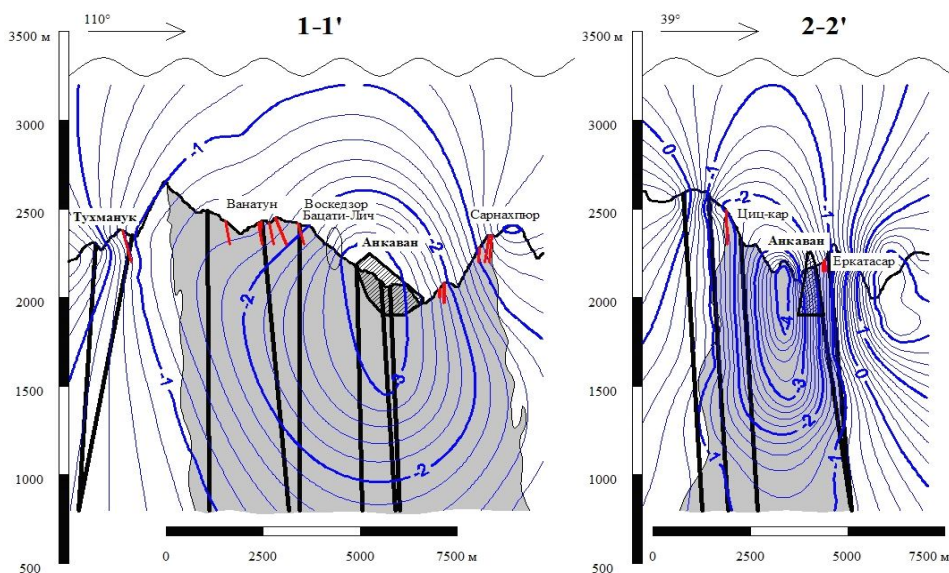


Рис. 2. Модель Анкаванского рудного поля (см. подписи к рис. 1).

В процессе моделирования для создания цифровых разрезов и восстановления вида гравиметрических аномалий на разрезах были использованы программные обеспечения AutoCAD и Surfer. Для построения разрезов гравиметрических аномалий в программе Surfer были заданы глубины расположения минимального значения гравиметрической аномалии

и все ее значения на современной поверхности. Координаты и значения этих точек были введены в построенной базе данных из оцифрованных нами ранее геологических и геофизических карт и составленных цифровых разрезов в среде AutoCAD. После получения на разрезах в цифровом виде восстановленных гравитационных изолиний, они были импортированы в AutoCAD и были поставлены на соответственные профили уже построенных разрезов своими соответствующими координатами. На разрезах кроме геолого-структурных и геофизических данных, также были вставлены и/или спроецированы рудно-геохимические данные, а именно, места и горизонты распространения разнотипных оруденений – рудопроявления и месторождения со своими рудными телами. По результатам таких сопоставлений и была создана комплексно-комбинированная модель рудного поля, графически отображенная на двух пересекающихся разрезах.

На рис. 2 представлена комбинированная геолого-структурная, геофизическая и рудно-геохимическая модель Анкаванского рудного поля. На ней отображены геологическое строение, восстановленный разрез гравиметрической аномалии, положение различных типов оруденения и поверхность Земли на время образования оруденения без учета небольшой эрозии.

Анализ модели показывает следующее: самые низкие отрицательные значения гравитационной аномалии характерны для медно-молибденового оруденения, представленного штокверковым рудным телом Анкаванского месторождения. Они характеризуют участки разуплотненных пород с прожилково-вкрапленным оруденением. Как видно из модели на рис. 2, рудный штокверк медно-молибденового оруденения, располагаясь в центре минимума локального гравитационного поля, охватывает интервалы аномалии со значениями от  $-1,5$  до  $-3,5$  мГал. По направлению от центра гравиметрического отрицательного минимума по обе стороны к нулевым значениям локализовано золото-сульфидное оруденение, представленное несколькими рудопроявлениями жильного типа. Сопутствующее золотое оруденение расположено на участках со значениями от  $-0,5$  до  $-2,5$  мГал. В отличие от Техутского рудного поля, где золоторудное оруденение располагалось на участках с положительными значениями [3], в Анкаванском рудном поле в интервалах нулевых и положительных значений гравитационной аномалии оруденение практически отсутствует.

Таким образом, особенности модели указывают на то, что участки сопутствующей золотой минерализации развивались по периферии основного медно-порфирового оруденения, расположенного в центре гравиметрического отрицательного минимума. Их локализация и направления рудных тел обусловлены геолого-структурным планом, а именно узлом пересечения Анкаванского и параллельного ему разлома СЗ направления и секущих их меридиональных и СВ разломов. Основными промышленными объектами в рудном поле является Анкаванское и Тухманукское месторождения. Из золотоносных рудопоявлений промышленное значение могут иметь Циц-кар–Туджурская и Ванатунская зоны.

Поступила 04.11.2014

ЛИТЕРАТУРА

1. **Еганов Э.А., Молчанов В.И., Параев В.В.** О моделировании в геологии. // Философия науки, 2006, № 3 (30), с. 92–107.
2. **Коробейников А.Ф.** Моделирование рудоносных площадей и месторождений: Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2008, 185 с.
3. **Мовсисян Р.С., Мовсисян А.И.** Модель Техутского рудного поля. // Ученые записки ЕГУ. Геология и география, 2010, № 1, с. 3–10.
4. **Карапегян А.И.** Эндеогенные рудные формации Памбак-Зангезурской металлогенической зоны Малого Кавказа (отв. ред. Г.О. Пиджян). Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1982, 348 с.
5. **Меликсетян Б.М.** Петрология, минералогия и геохимия интрузий порфировидных гранитоидов Центральной Армении и их металлогеническая роль. В кн.: Петрология и геохимия интрузивных комплексов некоторых рудных районов Армянской ССР. Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1976, с. 5–136.
6. **Мелконян Р.Л.** и др. Главнейшие медно-порфировые системы Малого Кавказа. // Изв. НАН РА. Науки о Земле, 2014, т. 67, № 1, с. 3–29.
7. **Яковлев П.Д.** Структура Анкаванского (Мисханского) медно-молибденового штокверкового месторождения. // Советская геология, 1960, № 12, с. 74–85.
8. **Сотников В.И., Калинин А.С., Берзина А.П.** Генетическая модель медно-молибденовой формации. В кн.: Генетические модели эндогенных рудных формаций. Т. 1. Новосибирск: Наука (Сиб. отд.), 1983, с. 112–127.
9. **Թադևոսյան Լ.Վ.** Գրավիտացիոնաբանական դասակարգում: Եր., ԵՊՀ հրատ., 1980, 270 էջ:

Հ. Ի. ՄՈՎՍԻՍՅԱՆ, Վ. Մ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

ՀԱՆՔԱՎԱՆԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ ՀԱՄԱԿՑՎԱԾ ՄՈԴԵԼԸ

Ամփոփում

Հոդվածում նկարագրվում է Հանքավանի հանքային դաշտի երկրաբանա-կառուցվածքային, երկրաֆիզիկական և հանքաերկրաքիմիական համակցված գրաֆիկական մոդելը: Այն թույլ է տվել որոշել հանքային դաշտի բազմատիպ հանքայնացումների դիրքը գրավիչափական անոմալիայում և անել որոշակի եզրակացություններ նրանց հեռանկարների վերաբերյալ: Ներկայացված մոդելը ևս մեկ անգամ ապացուցում է, որ պղինձ-պորֆիրային հանքայնացմանը բնորոշ է լոկալ գրավիտացիոն դաշտի բացասական առավելագույն արժեքներ:

H. I. MOVSISYAN, V. M. MANUKYAN

COMBINED MODEL OF HANQAVAN ORE FIELD

Summary

The article deals with combined geological-structural, geophysical, ore-geochemical graphic model of Hanqavan ore field. Due to the developed model, it is possible to determine the position of different types of mineralization within the gravity anomalies of the ore field and make some conclusions about its prospects. Once again, the presented model proves, that porphyry copper mineralization is characterized by maximum negative values of the local gravitational field.