

Геология

УДК 553.462'43

Р. С. МОВСЕСЯН, А. И. МОВСИСЯН

МОДЕЛЬ ТЕХУТСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

В статье рассматривается рудное поле с профильным молибден-медно-порфировым промышленным оруденением. Разработана его комбинированная геолого-структурная, геофизическая и рудно-геохимическая модель, выраженная в графической форме. Она позволила определить расположение разнотипного оруденения в гравиметрической аномалии, горизонтальную и вертикальную зональность минерализации, перспективные участки с медным и золоторудным оруденениями, сопутствующими молибден-медно-порфировому, дать их прогноз на глубину.

Введение. Важной частью геологоразведочного процесса на всех его стадиях является моделирование объектов по принципу аналогии. Разработка моделей рудных объектов разных рангов имеет целью создание обобщенных образов, содержащих главные характеристики реальных объектов в непротиворечивом и доступном для наблюдений сочетании. С помощью моделирования можно получить объективное представление о закономерностях размещения оруденений, реализовать прогноз с обнаружением месторождений предполагавшихся рудных формаций [1]. В соответствии с детальностью проводимых работ выявляется определенный комплекс признаков, позволяющий создавать модели, учитывающие все основные свойства реальных объектов. Такие модели помогают в решении прогнозно-поисковых задач, способствуют повышению эффективности поисков и оценки промышленных перспектив выявленных месторождений.

В данной работе мы представляем комбинированную геолого-структурную, геофизическую и рудно-геохимическую модель Техутского рудного поля с молибден-медно-порфировым оруденением.

Расположение и строение Техутского рудного поля подробно описаны в [2, 3].

Для наших построений необходимо коснуться времени становления массива. В отношении его возраста нет единого подхода. Существующие мнения подробно рассмотрены в статье Мелконяна Р.Л. и Гукасяна Р.Х. [4]. Это верхний эоцен, нижний и верхний мел, верхняя юра. Исходя из геологической позиции и нахождения галек кварцевых диоритов в верхнеконьякских

конгломератах они приходят к заключению о послеоксфордском-доверхнеконьякском возрасте массива, суживая интервал по результатам Rb-Sr-анализа до верхнеюрского (предверхнемелового). Учитывая то, что интрузив на ЮВ рудного узла прорывает образования келловея-оксфорда и дополняет разрез верхней юры [5], и принимая во внимание гипабиссальный облик пород и неучтенную эрозию, можно высказать предположение, что его становление происходило на глубинах не более 1700–2000 м.

Эрозионные процессы, произошедшие в нижнем мелу, обнажили массив, о чем свидетельствуют его обломки в верхнемеловых отложениях; последние знаменуют начало нового этапа осадконакопления. Разрез верхнемеловых отложений составляет примерно 1500 м [5, 6]. Именно в это время внедрились малые интрузии тоналит-порфиров, габбро-диоритов, диорит-порфиринов, гранодиорит-порфиров, гранитов и др., нижние уровни которых на современном срезе располагаются в интрузии и образованиях юры. Все они являются дорудными, т.к. метасоматически преобразованы и пересекаются развитым здесь оруденением. Возраст их определяется также неоднозначно, их считают третичными, верхнемеловыми, палеоценовыми [4]. Облик их отличается от гипабиссальных кварцевых диоритов Шнох-Кохбского массива. Становление даек происходило на небольших глубинах, о чем свидетельствуют их порфировая структура с мелкозернистой, микролитовой основной массой и суммарная мощность верхнемеловых образований. До внедрения малых интрузий были подновлены и приоткрыты практически все системы разрывных нарушений рудного узла, т.к. штоки и пояса даек контролируются всеми вышеперечисленными системами разломов. Активной была и зона Туманян-Кохбского разлома, контролирующая на Техутском месторождении как штоки и дайки тоналит-порфиров, гранодиорит-порфиров и др., так и само оруденение, развитое в них.

Техутское рудное поле расположено в ЮЗ и З эндо- и экзоконтактных частях Шнох-Кохбского массива и представляет собой очень сложный тектонический узел, образованный пересечением Туманян-Кохбского и полукольцевых дугообразных разломов, а также СЗ-близмеридиональными и СВ крупными разрывными нарушениями (рис. 1). Поле фиксируется значительной локальной отрицательной гравитационной аномалией, обусловленной наличием разуплотненных пород, имеющей в целом дугообразную вытянутость. Такого рода аномалии очень 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 [7]. Это явление неупругого расширения вещества – дилатансия, способствует миграции растворов из окружающей среды. Что касается магнитных полей, то ввиду несогласованных изменений их значений на объектах рассматриваемого типа и, в частности, на Техутском рудном поле, их использование не дало желаемых результатов.

Для построения искомой модели Техутского рудного поля в целом необходимо было восстановить общую гравиметрическую аномалию.

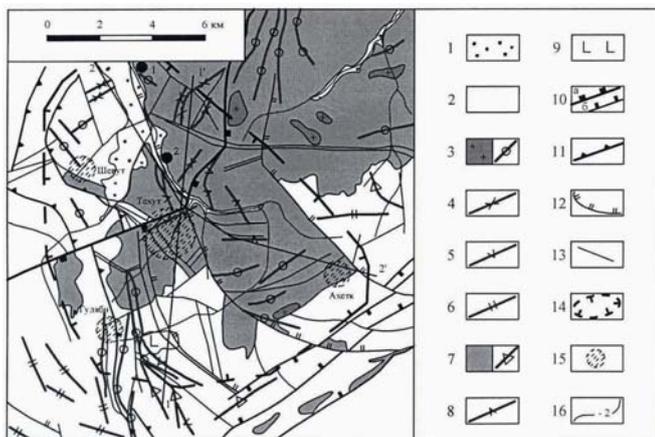


Рис. 1. Геологическая схема Техутского рудного поля по [2].
Поселки: 1. Шнох, 2. Техут.

коровые СВ простирания: а) Туманян-Техут-Кохб-Храмский; б) Егит-Геог-Ноемберянский. 11. Брдадзор-Ахтала-Каракетук-Атанский коровый СЗ простирания. 12. Дугообразные (полукольцевые). 13. Прочие разломы. 14. Контур Техутского рудного поля. 15. Месторождение и рудопроявления. 16. Изолинии гравиметрической аномалии (только на рис. 2).

Условные обозначения
к рис. 1 и 2.

1. Современные отложения. 2. Юрские осадочные, вулканогенно-осадочные и вулканогенные образования. 3. Граниты, гранодиорит-порфиры. 4. Диориты, диорит-порфиры, тоналит-порфиры. 5. Плагиограниты, тронджемиты. 6. Дациит-риодациты, трахидацит-трахириодациты, трахириолиты. 7. Шнох-Кохбский массив: кварцевые диориты, гранодиориты. 8. Андезиты, андезито-дациты. 9. Базальты, диабазы. 10–13. Системы разломов. 10. Верхнемантийно-

Рассматривая поведение изолиний аномалий Буге 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 аномалии 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 и пользоваться следующими формулами [8]:

$$\Delta g_{\max} \geq 2\pi f \Delta \sigma H, \quad Z_1 \leq \frac{\Delta g_{\max}}{\pi (W_{XZ})_{\max} \left(1 + \frac{(W_{XZ})_{\max}}{2f \Delta \sigma} \right)}$$

С этой целью были построены два расчетных профиля 1–1' и 2–2', пересекающих предполагаемый аномальный объект (см. рис. 1). Максимальные перепады Δg по обоим профилям $\Delta g_{\max} = 3,5 \text{ мГал}$. Определив максимально резкие изменения Δg на коротких расстояниях, на профилях вычислены значения максимальных горизонтальных градиентов $(W_{XZ})_{\max}$: для 1–1' – 36,4 Эт , для 2–2' – 33,3 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): $Z_1 = 210$, $H = 279$, $Z_2 = Z_1 + H = 489$ по профилю 1–1'; $Z_1 = 236$, $H = 280$, $Z_2 = 516$ по профилю 2–2'.

Полученные данные позволяют как возможную глубину аномального объекта взять среднее значение, равное $\sim 500 \text{ м}$.

Для построения разреза гравиметрической аномалии мы использовали программу Surfer. Были заданы глубина расположения минимального значения гравиметрической аномалии и все ее значения на современной поверхности.

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

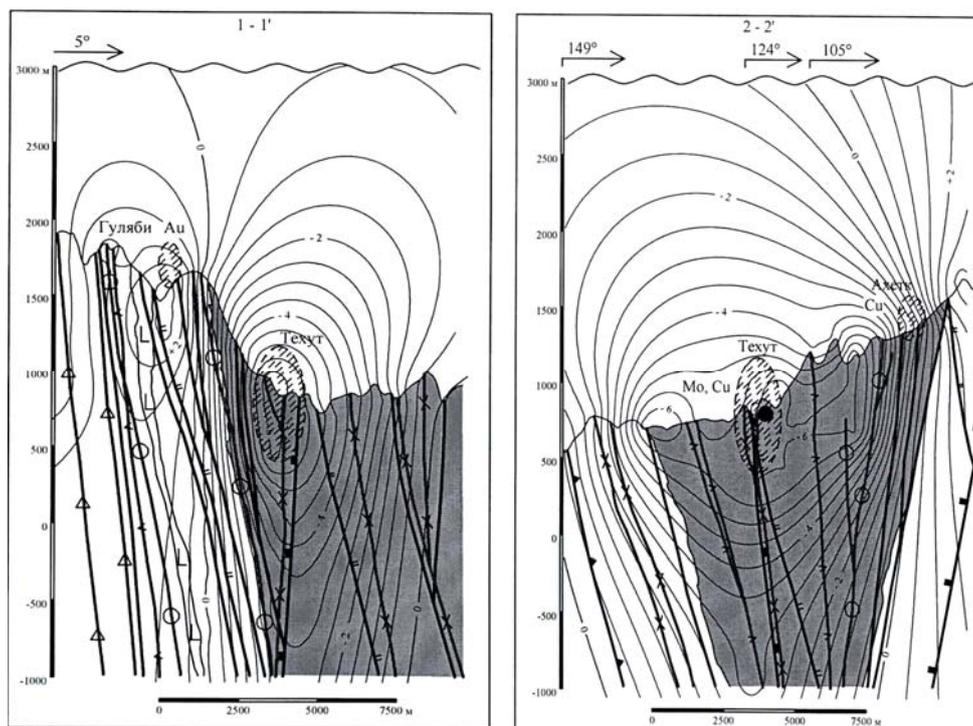


Рис. 2. Модель Техутского рудного поля.

Структурными границами рудного поля служат верхнемантийные, коровые и крупные дугообразные, полукольцевые разломы. Благодаря последним рудное поле приобрело слегка дугообразную конфигурацию. На разрезах отчетливо проявлена продольная конусовидная форма оруденелой территории и склонение ее на СВ. На модели представлена часть штоков и даек малых интрузий рудного поля.

Техутское месторождение со своими участками расположено в центральной части рудного поля в узле пересечения Туманян-Кохбского и дугообразного Геок-Техут-Шнохского разломов. Интенсивный участок аномалии, фиксирующий наиболее разуплотненные породы, дугообразно вытянут в СЗ направлении соответственно простиранию полукольцевого нарушения. В нем отмечены три участка с минимальными значениями гравиметрической аномалии (-6 мГал). В центральном, расположенном на пересечении вышеука-

занных нарушений, и находится месторождение. Два других участка расположены на СЗ и ЮВ месторождения (рис. 2), однако они, по нашему мнению, не представляют практического интереса на предмет обнаружения медно-порфирового оруденения, т.к. там нет главного рудоконтролирующего элемента – узла пересечения крупных разломов. В рудном поле находится интенсивная геохимическая аномалия субширотной направленности, центральная часть которой также накладывается на участок максимальной гравиметрической аномалии.

С целью выявления зональности развития оруденения были обработаны результаты анализов более чем 30 тыс. проб. Подавляющая их часть взята на Техутском месторождении и его участках, сравнительно небольшое количество проб характеризует многочисленные проявления, расположенные в рудном поле.

По данным геологоразведочных работ, молибденово-медное оруденение с промышленным содержанием имеет размах 800 м на глубине от 1200 до 400 м (учтены данные по всем участкам месторождения). Оно располагается в отрезках гравиметрической аномалии со значениями -5 мГал и ниже, склоняясь на глубину по зоне Туманян-Кохбского разлома, и в виде более маломощных орудененных зон, возможно, опускается еще на 300 м до изолинии со значением -5 мГал.

По обе стороны от нулевого значения гравиметрической аномалии расположены минерализации, сопутствующие молибден-медному оруденению. Они развиты зонально по периферии основного месторождения и представлены медными, железорудными и золоторудным проявлениями, последнее находится исключительно в положительных участках аномалии. Первые два типа развиты на уровнях, расположенных выше медно-порфирового, а золоторудное – на самых верхних. Проявления железа, в которых основными минералами являются магнетит и гематит, не представляют практического интереса; нет сведений об обособленных железорудных промышленных скоплениях в подобных типах рудных полей. Согласно Кривцову А.И. и др. [9], гематит наряду с магнетитом характерен многим медно-порфировым месторождениям, развиваясь преимущественно в халькопиритовой зоне – на средних уровнях рудной колонки. Что касается магнетита, то он присутствует и на нижних горизонтах. Подобная картина наблюдается и в обсуждаемом рудном поле: проявления и точки минерализации с магнетитом и гематитом приурочены в основном к высотным отрезкам развития медных проявлений и на нижних уровнях золоторудного.

В Техутском рудном поле молибден-медное оруденение, расположенное в его центральной части, сменяется и окаймляется медными (с Au, Pb, Zn) рудопоявлениями, а далее к югу – золоторудным (с Cu, Pb, Zn) и крупной широтного простирания шлиховой аномалией самородного золота (верховья р. Гуляби). Данная зональность отчетливо выражена в южной наименее эродированной половине рудного поля, а в северной, вследствие эрозии, проявлены отдельные ее фрагменты [2, 3]. В том же направлении происходит смена морфологического типа оруденения: на Техутском месторождении оно представлено штокверком с прожилково-вкрапленным оруденением, в мед-

ных проявлениях – оруденелыми зонами и жилами, а на золоторудном – в основном жилами.

По нашей оценке, наиболее перспективными объектами рудного поля являются Шевутская и Ахетская группы медных проявлений и золоторудное Гуляби. Они локализованы в узлах пересечения верхнемантийно-коровых, коровых и крупных полукольцевых разломов с нарушениями более мелкого масштаба. Здесь проявлены различные по составу многочисленные дайки и штоки малых интрузий. Медное оруденение расположено на отрезке высот 1300–1500 м в участках гравиметрической аномалии с нулевым значением, охватывая соседние положительные и отрицательные, а золоторудное – в положительном отрезке со значением $+1,5 \div +2,5$ мГал на 1500–1800 м. Ввиду того, что профили не проходят по рудопроявлению Гуляби, оно без искажения общей ситуации проецируется на поперечный профиль, а для Шевутского такая возможность отсутствует.

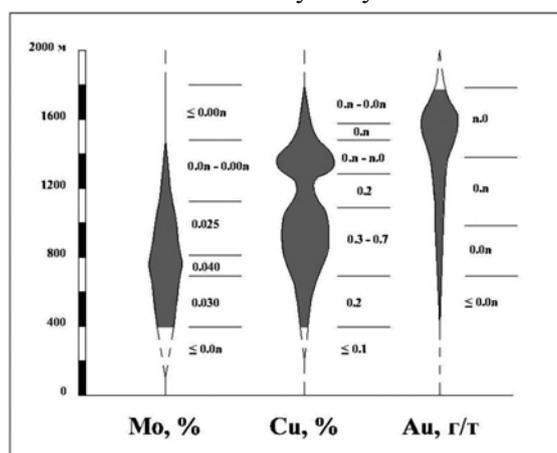


Рис. 3. Вертикальное распределение главных рудных элементов Техутского рудного поля.

горизонте 1070 м, охватывая отрезок с размахом 720 м. Далее по вертикали Мо присутствует в медных проявлениях в количестве от сотых до (в основном) тысячных процента (1200–1500 м), а в золоторудных – в тысячных % (1500–1800 м). Шаг изменений содержаний Мо на порядок соответствует 300 м. В некоторых медных объектах он представлен единичными маломощными молибденовыми жилами. Медь в промышленных содержаниях проявляется на двух уровнях: от 700 до 1200 м (0,3–0,7%) с размахом 500 м и от 1300 до 1500 м (0,н–н,0%). На нижних горизонтах золоторудного проявления она присутствует в количестве от десятых до целых значений процента, а на верхних – до десятых. Наибольшие содержания золота (единицы г/т) отмечены в золоторудном проявлении, а также в верхних горизонтах медных проявлений, охватывая высоты 1400–1800 м, низкие содержания (сотые г/т) характерны для молибден-медного промышленного скопления. Шаг возрастания содержаний золота на порядок составляет 300–400 м (рис. 3).

Исходя из выявленной зональности можно дать оценку вертикального размаха возможной промышленной части медных и золоторудного проявле-

В рудном поле зональное развитие оруденения проявляется и по вертикали. На рис. 3 обобщены данные опробования по всем рудным объектам, а также представлено распространение по вертикали Мо, Cu и Au. Что касается Pb и Zn, то они не являются характерными для данного рудного таксона и проявлены слабо.

Промышленные содержания молибдена начинаются с глубины 400 м, достигая наибольших значений на отрезке 700–820 м, и завершаются на

ний рудного поля, обрамляющих молибден-медное. Он может составить 300–400 м.

Обобщая данные по зональности, можно прийти к следующему выводу. Подтвержденный размах молибден-медного оруденения составляет 800 м, а с прогнозом на глубину он может достигнуть 1100 м. Вертикальный размах всей рудной колонки Техутского поля, включающей и сопутствующие оруденения (учитывая небольшую верхнюю эродированную часть и прогноз на глубину), можно оценить в 1900–2000 м.

Согласно А.И. Кривцову [10], рудно-магматическая система с медно-порфировым оруденением имеет вертикальный размах от 2–3 до 5–7 км. По Р. Силлитоу [11], размах собственно медно-молибденового оруденения, формирующегося на глубинах 1,5–3 км от вершины стратовулкана на границе субинтрузивной и интрузивной фаций, составляет примерно 5 км.

Закключение. Разработанная модель Техутского рудного поля поможет определить направление дальнейших геологоразведочных работ. Профильное для рудного поля молибден-медное оруденение расположено в его центре в узле пересечения верхнемантийно-корового и крупного дугообразного разломов, в одном из минимумов гравиметрической аномалии. Сопутствующие медное и золотое оруденения развиты по периферии и окаймляют основное (Мо-Сu), располагаясь на более высоких гипсометрических уровнях. Медные проявления расположены в участках с нулевыми значениями аномалии, охватывая прилегающие отрицательные и, частично, положительные, а золоторудное – исключительно в положительных участках. Особенности модели указывают на то, что обособленные участки сопутствующих Сu- и Аu-минерализаций развивались по периферии основного оруденения и отсутствовали непосредственно над ним. Выявленный шаг изменения промышленных содержаний Мо, Сu и Аu на порядок по вертикали может составлять 300–400 м.

Авторы выражают признательность доценту Л.К. Тадевосян за оказанную помощь в процессе работы.

*Кафедра поисков и разведки
месторождений полезных ископаемых*

Поступила 22.01.2010

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кривцов А.И.** Прикладная металлогения. М.: Недра, 1989, 288 с.
2. **Туманян Г.А., Мовсисян Р.С., Мовсисян А.И.** Ученые записки ЕГУ. Геология и география, 2009, № 2, с. 13–21.
3. **Մովսիսյան Հ.Բ.** Շրջանային և Գլոբալային Արձագանք, 2009, № 3–4, էջ 81–86:
4. **Мелконян Р.Л., Гукасян Р.Х.** Изв. НАН РА. Науки о Земле, 2004, № 1, с. 29–35.
5. **Туманян Г.А.** Изв. НАН РА. Науки о Земле, 2008, т. 61, № 2, с. 10–20.
6. **Մարգարյան Հ.Հ.** Հայկական ՄԱՀ նեոֆունալ երկրաբանություն: Եր.: ԵՊՀ հրատ., 1989, 275 էջ:
7. **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.
8. **Թադևոսյան Լ.Չ.** Գրավիտացիոնալ-բազալիտային դիսկրիպցիա: Եր.: ԵՊՀ հրատ., 1980, 270 էջ:

9. **Кривцов А.И., Мигачев И.Ф., Попов В.С.** Медно-порфировые месторождения мира. М.: Недра, 1986, 236 с.
10. **Кривцов А.И.** Геологические основы прогнозирования и поисков медно-порфировых месторождений. М.: Недра, 1983, 256 с.
11. **Sillitoe R.H.** Econ. Geol., 1973, v. 68, № 6, p. 794–815.

Ռ. Ս. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ, Հ. Ի. ՄՈՎՍԻՍՅԱՆ

ԹԵՂՈՒՏԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ ՄՈԴԵԼԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում քննարկվում է առանցքային մոլիբդեն-պղինձ-պորֆիրային արդյունաբերական հանքայնացում պարունակող հանքային դաշտը: Մշակված երկրաբանականառուցվածքային, երկրաֆիզիկական և հանքաերկրաքիմիական կոմբինացված մոդելը, որն արտահայտված է գրաֆիկի տեսքով, թույլ է տվել պարզաբանել մի շարք հարցեր. որոշել ծանրության ուժի անոմալիայում տարբեր տիպի հանքայնացումների դիրքը, հանքայնացման հորիզոնական և ուղղաձիգ զոնայականությունը, պղինձի և ոսկու հանքայնացումների հեռանկարային տեղամասերը, տալ հանքայնացման տարածման հեռանկարներն ըստ խորության:

R. S. MOVSESYAN, H. I. MOVSISYAN

MODEL OF THE TEGHOUT ORE FIELD

Summary

The present article considers the ore field with profile porphyry-molybdenum-copper industrial mineralization. Its developed combined geological-structural, geophysical and ore-geochemical model expressed in the graphic form has allowed to clarify a number of questions: to define the position of polytypic mineralization in gravimetric anomalies, the horizontal and vertical zonality of the mineralization, the perspective sites with copper and gold mineralization, accompanying porphyry molybdenum-copper and to predict data on its depth.