

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 419 (2016), 62 – 70

**M. Sh. Omirserikov<sup>1</sup>, L. Zh. Isayeva<sup>2</sup>, S. K. Asubaeva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Geological Sciences named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: ignkis@mail.ru

## ON THE ISSUE OF RARE METAL MINERALIZATION (as a sample katpar deposit)

**Abstract.** The study of the thermal field of intrusive massif, its impact on the host medium, the process of mineralization and building of their thermodynamic models has its own historical development and is a significant component theory of mineralization.

In the context is suggested by the authors the model building process of formation of rare-metal theory deposits in Central Kazakhstan Katpar.

Within this model is studied: features the introduction of intrusive massif into the host medium, progressive and regressive stages of its cooling; there are presented the temperature of formation of minerals and their association with the contact metamorphism (intrusive massif - host medium); quantitative assessment on the duration of the formation of rare metal deposits Katpar; set parameters of changes of temperature field intrusive massif in the host medium and its impact on the most important stages and stages of mineralization.

**Keywords:** intrusions, rare metal mineralization, model.

УДК 553.493.5:553.2

**М. Ш. Омисериков<sup>1</sup>, Л. Ж. Исаева<sup>2</sup>, С. К. Асубаева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

## К ВОПРОСУ РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ (на примере месторождения Катпар)

**Аннотация.** Исследование теплового поля интрузивного массива, его влияние на вмещающую среду, на процесс рудообразования и построения их термодинамических моделей имеет свое историческое развитие и является значимым составляющим теории рудообразования.

В контексте теории редкометалльного рудообразования, авторами предложено модельное построение процесса формирования редкометалльного месторождения Катпар в Центральном Казахстане.

В рамках этой модели изучены: особенности внедрения интрузивного массива во вмещающую среду, прогрессивные и регрессивные этапы его охлаждения; представлены температуры образования минералов и их ассоциации при контактовом метаморфизме (интрузивный массив – вмещающая среда); дана количественная оценка на продолжительность формирования редкометалльного месторождения Катпар; установлены параметры изменения температурного поля интрузивного массива во вмещающей среде и его влияние на важнейшие этапы и стадии рудообразования.

**Ключевые слова:** интрузивы, редкометалльное рудообразование, модели.

**Введение.** Результаты исследования температурных полей интрузивного массива оруденении, их влияния на вмещающую среду и на процесс формирования рудных месторождений изложены в работах многочисленных исследователей [1-20 и др.].

Касательно к месторождениям редких металлов следует отметить, что в Казахстане со второй половины прошлого века были созданы типовые геолого-генетические модели редкометалльных месторождений [21-23], разработаны методы исследования газово-жидких включений и гомогенизации газово-жидких включений в минералах [11, 12]. Количественными методами изучены влияния теплового поля интрузивных массивов на вмещающую среду и на процесс формирования месторождений редких металлов, построены их термодинамические модели [26-28].

В них включены такие главные генетические факторы и параметры: глубина зарождения и тип геологического процесса порождающего рудообразование; источники рудного вещества, рудообразующие растворы и особенности рудного процесса; среда и механизм отложения; зональность и взаимодействие с вмещающими породами; термодинамическая обстановка среды рудоотложения.

Следует отметить, применяемые методы исследования в данной работе подробно изложены в публикации [28].

**Геологическое строение.** Месторождение Катпар расположено в фаментурнейских карбонатно-терригенных отложениях успенского рифта в Центральном Казахстане [23]. Оно приурочено к Акмая-Катпарской рудной зоне, и представляет промышленные молибден-вольфрамовые руды скарново-грейзенового типа (рисунок 1). Рудная залежь месторождения Катпар формировалась в интрузив-надинтрузивной системе, в которой рудно-метасоматические образования наиболее интенсивно проявились в надкупольных частях гранитного массива.

- 1 – сероцветные глины, делювиальные, пролювиальные отложения,
- 2 – рудный карст, 3 – андезиты,
- 4 – андезитовые порфириды и их туфы,
- 5 – липаритовые и липарит-дацитовые порфиры, 6 – а) известняки, б) мрамора,
- 7 – порфиривидные граниты:
- а) среднезернистые, б) мелкозернистые,
- 8 – мелко-, среднезернистые лейкократовые граниты: а) альбитизированные, б) грейзенизированные,
- 9 – пироксен-гранатовые скарны,
- 10 – горизонты метаморфизированных руд атасуйского типа, 11 – флюорит-шеелитовые руды: а) богатые, б) бедные, 12 – реликты скарнов в редкометалльных рудах,
- 13 – слабо скарнированные породы,
- 14 – контур вольфрамового оруденения,
- 5 – контур молибденового оруденения,
- 16 – контур висмутового оруденения,
- 17 – молибден-вольфрамовое рудное тело,
- 18 – тектонические нарушения.

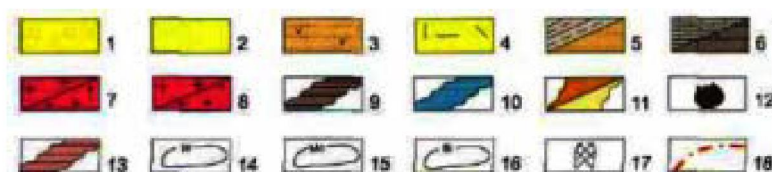
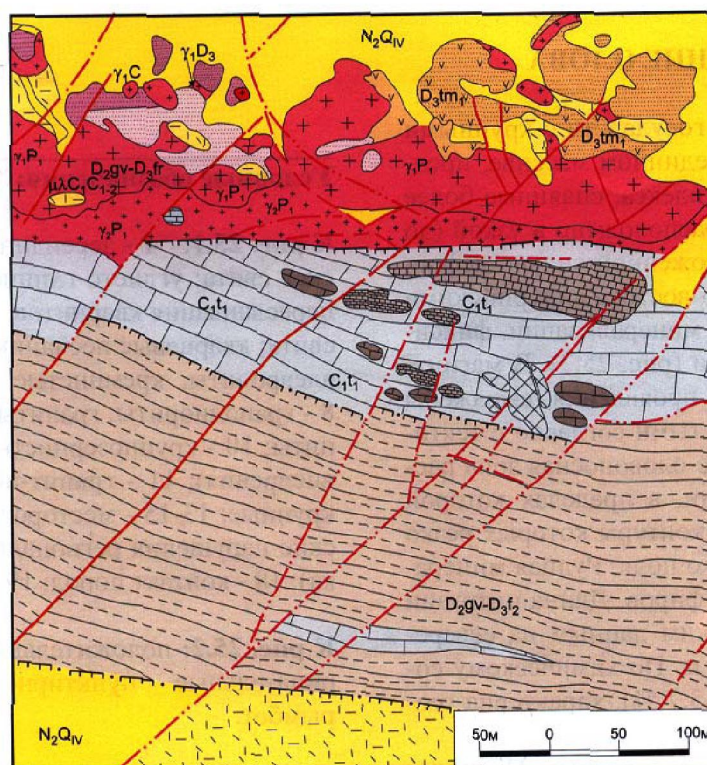


Рисунок 1 – Геологическая карта месторождения Катпар (Губайдулин Ф.Г., 2004)

Figure 1 – Geological map of the Katpar deposit (Gubaidulin F.G., 2004)



По геофизическим данным месторождение расположено в надинтрузивной зоне, залегающей на глубине 400–600 м от поверхности. Основное тело массива имеет эллиптическую форму с длинной осью 10 км при ширине 3 км (рисунок 2).

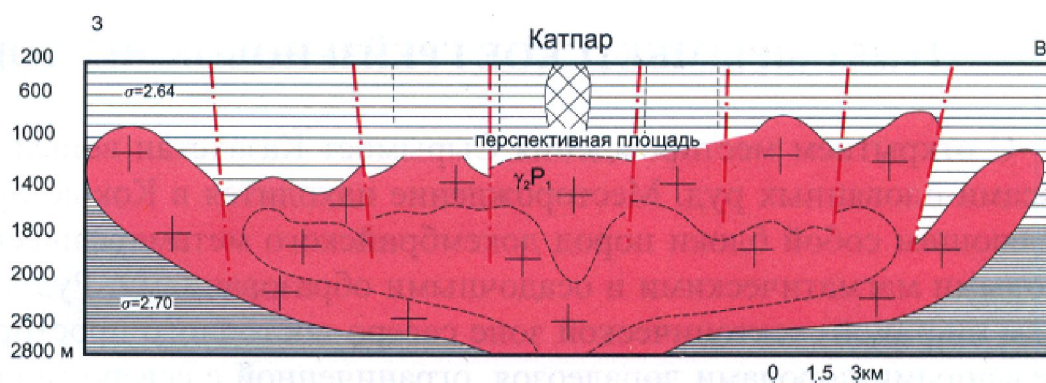


Рисунок 2 – Положение месторождения в системе "интрузив-надинтрузивная зона" (по геофизическим данным, А. Т. Буртубаев, 1997). (Условное обозначение см. на рисунке 1)

Figure 2 – Deposit position in the "intrusive-superintrusive zone" system (according to the geophysical data, A. T. Burtubaev, 1997) (See the legend in Figure 1)

Минеральный состав скарново-грейзеновых руд представляет: гранат, флюорит, волластонит и бустамит, кварц, карбонаты, полевой шпат. Из рудных минералов наиболее распространен: халькопирит, менее молибденит, сфалерит, шеелит, пирит. В качестве элементов примесей отмечаются: серебро, теллур, селен, рений, индий, висмут.

Рудные тела в виде столбов, линз и неправильных метасоматических образований приурочены к зонам тектонически нарушенных пород. В формировании месторождения выделяется четыре этапа:

первый этап – площадная мраморизация известняков, залежь имеет форму круто погружающегося (75–80°) рудного столба, корневой частью заходящего в граниты;

второй этап – инфильтрационное скарнирование с формированием скарнов, обогащенных марганцем, железом, цинком и медью, экстрагированных из седиментогенных рудных скоплений (атасуйский тип);

третий этап – грейзенизация, проявленная в апикальной части гранитов с бедным Си-Мо-Ви-оруднением и в скарнах (апоскарновые грейзены) с богатым промышленным Си-Мо-W-Bi-оруднением;

четвертый этап – формирование коры выветривания с образованием рудного карста богатого марганцем, тунгомеланом, тонкодисперсным шеелитом.

*Тепловое поле Катпарского интрузивного массива и его влияние на процесс рудообразования представляется в следующем.* Как было указано выше, месторождение расположено над "слепыми" куполами гранитного массива, на контакте с карбонатными породами. Основное тело в центре месторождения сложено гранатовыми скарнами. Скарновый процесс развивался в условиях постепенно понижающейся щелочности растворов. Условия формирования скарново-грейзеновых образований в месторождении изучены термическими методами.

С грейзенами по гранитам, известнякам и скарнам связано рудное тело месторождения. При этом температура образования пироксена составляет 560 °С, граната в пределах: (520–420 °С). В грейзенах гранитов широко развит кварц, с температурой образования в интервале 430–330 °С. Здесь наблюдается локализация молибденового оруднения, тогда как соединения вольфрама выносились в надинтрузивную зону. В экзогрейзенах по скарнам и мраморам образовался шеелит. При последующем понижении температуры и кислотности растворов отложилась сульфидная халькопирит-висмутовая минерализация. Часть самородного висмута образовалась в интервале 270–260 °С.

В формировании месторождения принимали участие фторидно-хлоридно-калиево-натриевые растворы, обогащенные сероводородом. В анионном составе гидротерм существенную роль играл гидрокарбонат-ион.

Зональность на месторождении выражается в развитии кварцсодержащих фаций вблизи кровли гранитной интрузии и преобладании флюоритовой фации на удалении от нее; элементная зональность (снизу вверх): молибден – вольфрам – висмут.

*Прогрессивный (дорудный) этап* охлаждения Катпарского гранитного массива характеризуется относительно высоким температурным фронтом (640 °С) по его контакту с вмещающей средой. Здесь изменение температуры в пределах 640–480 °С (рисунок 3, А) сопровождается метаморфическим преобразованием горных пород, вследствие чего вмещающие известняки мраморизированы, по алюмосиликатным породам развивались роговики. На расстоянии 1000 м от контакта гранитного массива, температурный фронт во вмещающей среде колеблется в пределах 480–460 °С, где градиент температуры в этой среде определяется в пределах 18 °С на каждые 100 м.

К апикальным частям гранитного массива приурочены калишпатизированные и альбитизированные породы раннещелочной стадии, образованные в интервале температур 600–450 °С. Наряду с этим при прохождении постмагматических растворов раннещелочной стадии в зоне контактового ореола интрузива, в результате реакционного взаимодействия алюмосиликатных и карбонатных пород на месторождении образованы скарны известкового ряда. При этом начало процесса скарнирования происходило при температурах 560 °С.

Динамика температурного поля интрузивного массива показывает, что постмагматические изменения во вмещающей среде и в гранитах соответствуют прогрессивному этапу его охлаждения, где температура развития постмагматических изменений находится в пределах температур контактовой зоны 640–480 °С (рисунок 3, А). Влияние температурного поля дорудного изменений довольно широкий, его вертикальный размах достигает до 1200 м (рисунок 4, Б). Дорудный этап развития на месторождении Катпар полностью коррелируется динамикой прогрессивного этапа охлаждения интрузивного массива.

*Регрессивный этап* охлаждения гранитного массива соответствует периоду продуктивного рудообразования, хотя рудный процесс начинался в конце скарнообразования. По расчетным данным, на контакте интрузивного массива после его внедрения во вмещающую среду (через 100 тыс. лет) температура снижается до 480 °С. При этом на расстоянии 1000 м от контакта температура становится равной 320–350 °С. Такая температурная зональность в надинтрузивной зоне соответствует температурному режиму редкометалльного рудообразования и способствует возникновению рудной зональности на месторождении (рисунок 3, Б; 4, В).

Расчетный градиент температуры в начале продуктивного рудообразования составляет около 16 °С на каждые 100 м.

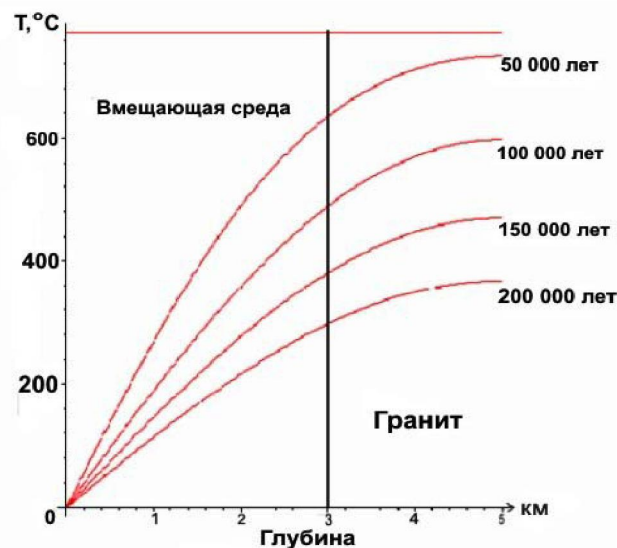
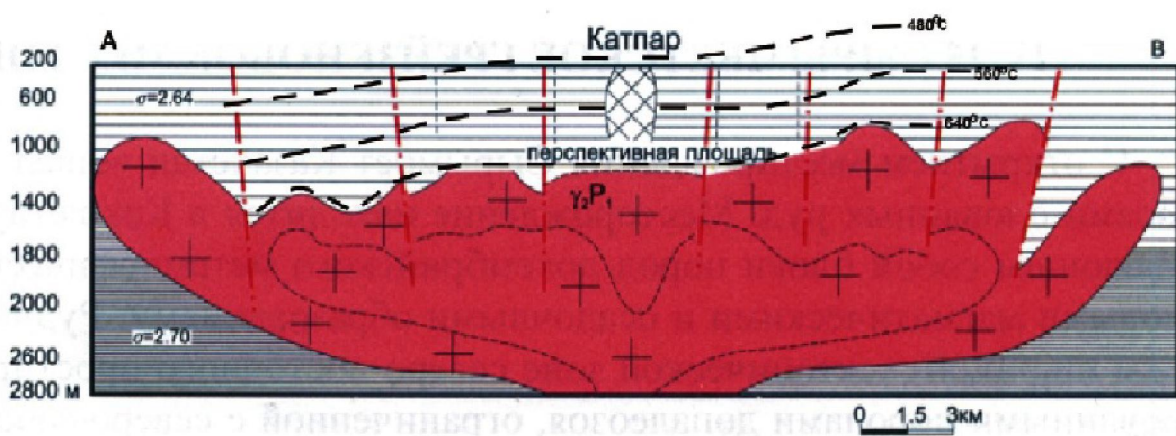
Под воздействием высоких температур пневмолито-гидротермальные растворы производят автометасоматоз самих гранитов, приводящий к объемной грейзенизации апикальной части массива. Продукты автометасоматической грейзенизации несут рассеянную вкрапленность минералов редких металлов. В грейзенизированных гранитах, в виде редких вкраплений месторождении встречается шеелит.

На месторождении наиболее ярко проявлена локальная грейзенизация, где молибденовое оруденение локализовано в грейзенах гранитов (эндогрейзены), в составе которых, широко развиты флюорит и мусковит. На месторождении температура образования молибдена определена в пределах 430–330 °С и прослеживается на глубину интрузии свыше 100 м.

В экзогрейзенах при интервале температур 330–250 °С по скарнам и мраморам образовались различные соединения вольфрама (шеелит). В пределах температур 270–260 °С наблюдается отложение самородного висмута.

Последовательность формирования рудных генерации на месторождении Катпар в целом согласуется динамикой изменения температурного поля Катпарского интрузивного массива (рисунок 4, В). Фронт с температурой 480–350 °С по кровле массива способствует протеканию экзо- и эндогрейзеновых процессов и отложению молибденита в грейзенах гранитов. Продолжительность этих процессов определяется длительностью существования данного температурного фронта и оценивается в пределах до 50 тыс. лет.

В надинтрузивной зоне, в период регрессивного охлаждения массива, в пределах температур 350–280 °С продолжительность образования вольфрамовых и висмутовых руд составляет около

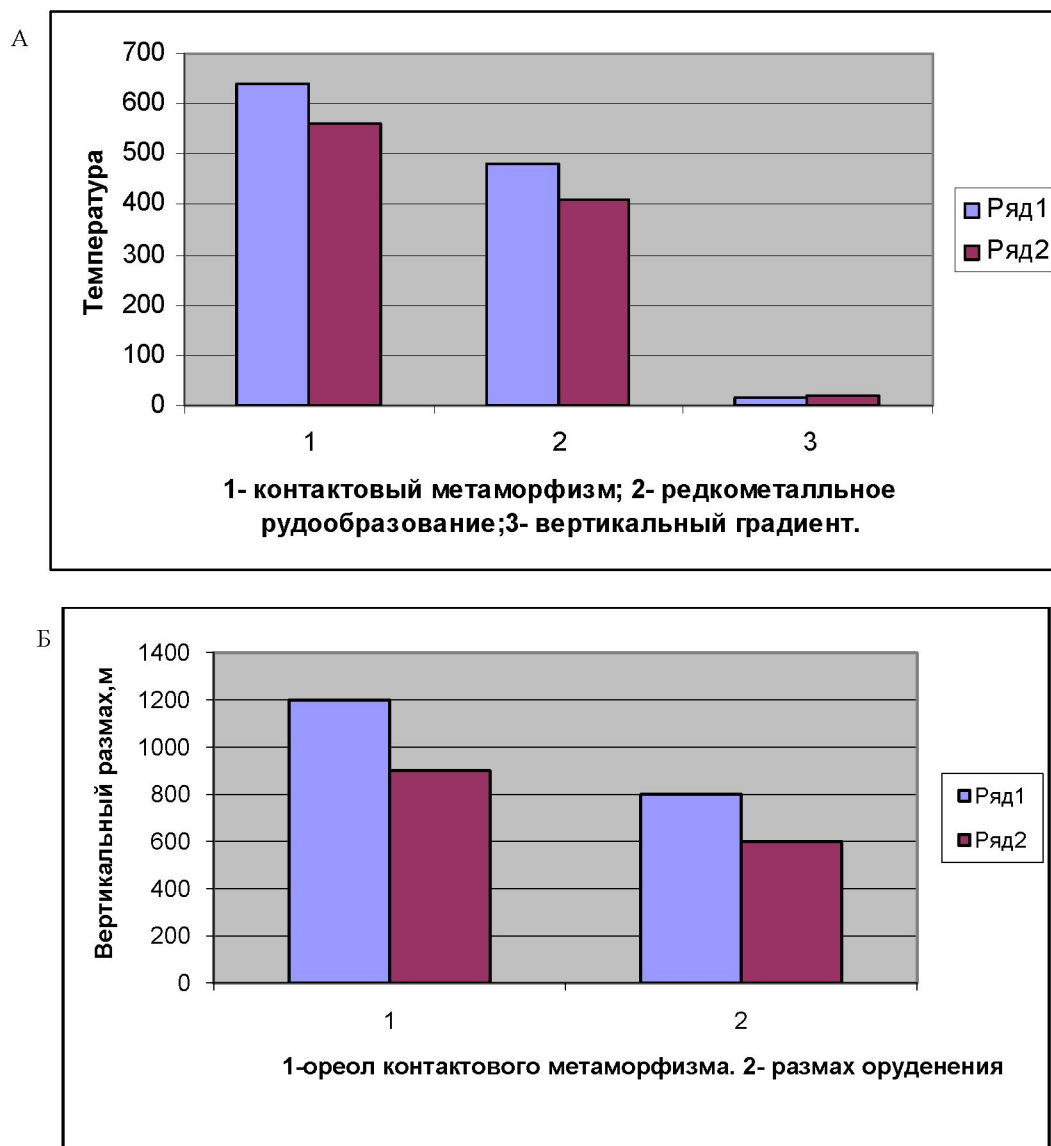


А – температурное поле гранитного массива прогрессивного (рудного) этапа; Б – температурное поле гранитного массива регрессивного (рудного) этапа; В – пространственное распределение температуры на месторождении Катпар и время становления рудоносной интрузии и процесса рудообразования.

Рисунок 3 – Динамическая модель температурного режима формирования месторождения Катпар во времени и пространстве

Figure 3 – Dynamic model of temperature conditions of the Katpar deposit formation in time and space





А – гистограмма температур; Б – гистограмма вертикального размаха процессов. Ряд 1 – расчетные данные; Ряд 2 – данные термометрии

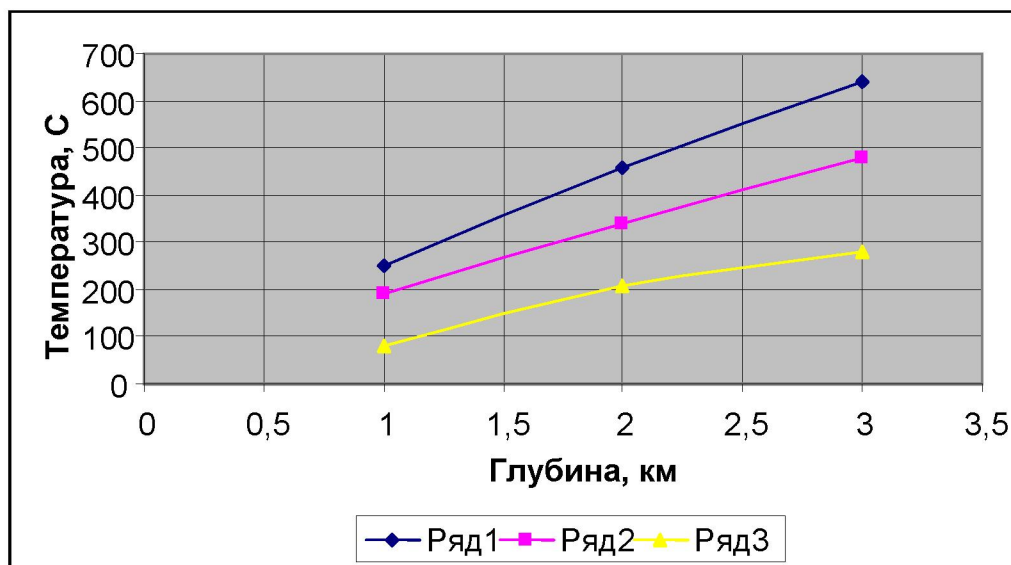
Рисунок 4 – Сравнительный анализ развития контактового метаморфизма и оруденения на месторождении Катпар

Figure 4 – Comparative analysis of development of contact metamorphism and mineralization at the Katpar deposit

100 тыс. лет. При этом фронт минимальной температуры (280 °С) регрессивного этапа рудообразования достигает кровли интрузивного массива через 200 тыс. лет после его внедрения во вмещающую среду.

На месторождении выделено три типа руд, но основную ценность представляет молибден-вольфрамовые руды скарново-грейзенового типа в скарнированных известняках надинтрузивной зоны с сопутствующими медью и висмутом. По фактическим геологическим данным вертикальный размах оруденений не превышает 600 м (рисунок 4, Б).

Зональность редкометалльных руд усложнена тем, что они наложены на ранние стратиформные руды. Продолжительность процесса охлаждения интрузивного массива дорудного и рудного этапов на месторождении Катпар по расчетным данным определяется в пределах 200 тыс. лет (рисунок 3, В). Температурные условия вмещающей среды при редкометалльном рудообразовании отражены на рисунке 5.



Ряд 1 – в период протекания процессов контактового метаморфизма; Ряд 2 – к началу продуктивного рудообразования; Ряд 3 – к концу рудообразования

Рисунок 5 – Изменение температуры вмещающей среды в различные этапы рудообразования месторождения Катпар

Figure 5 – Change in temperature of background medium in various stages of mineralization of the Katpar deposit

На месторождении пострудный этап характеризуется гидротермальной-жильной стадией, где апофиллит-флюоритовая, цеолит-кальцитовая, кальцитовая ассоциации минералов образовались при температурах 160–90 °С. При этом разница температуры образования рудной и послерудной стадий составляет 110–120 °С.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ingersoll L.R., Zobel O.I. Mathematical theory of heat conduction, GinnSrCo., 1913.
- [2] Van Orstrand C.E. Flow of heat from an intrasivebody into country rock Trans // Am. Inst. Min. Met. Eng., Tech. Publ. – 1944. – N 1677. – P. 1-9.
- [3] Ishikawa H.A. A Consideration of thermal transition in metamorphic process in the southern vicinity of the Tansawa Monnatirlands. Cent. Iran. I // Geol. Sol. Iran. – 1955. – LXI, N 716.
- [4] Казанли Д.Н. Температурные поля интрузивных тел и их роль в контактовом и рудном минералообразовании // Изв. АН КазССР. Сер. геол. – 1952. – № 115, вып. 12. – С. 3-25.
- [5] Дударев А.Н., Михалева Л.А. Тепловые свойства продуктов регионального метаморфизма и гранитообразования. // Физико-химическая динамика процессов магматизма и рудообразования. – Новосибирск: Наука, 1971. – С. 44-88.
- [6] Голубев В.С., Шарапов В.Н. Динамика эндогенного рудообразования. – М.: Недра, 1974. – 280 с.
- [7] Шарапов В.Н., Аверкин Ю.А. Динамика тепло- и массообмена в ортомагматических флюидных системах. – Новосибирск: Наука, 1990. – 198 с.
- [8] Калинин А.С., Кошелев А.А., Васильева Э.Н. Температурные поля интрузивов при повторных внедрениях // Доклады АН СССР. – 1971. – Т. 201, № 4. – С. 941-945.
- [9] Щерба Г.Н., Кудряшов А.В., Сенчило Н.П. Редкометальное оруденение Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1988. – 221 с.
- [10] Ганеев И.Г., Покалов В.Т. Температурный градиент – фактор дифференциации гидротермальных растворов, зональности и вертикальной протяженности вольфрамит-молибденит-кварцевых жил // Доклады АН СССР. – 1975. – Т. 220, № 3. – С. 690-693.
- [11] Кормушин В.А. Метод гомогенизации газово-жидких включений в минералах. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 70 с.
- [12] Кормушин В.А., Липова З.М., Исаева Л.Д. Как определить концентрацию рудных элементов в рудообразующих растворах // Блексбург (США). – 1989. – С. 170-172.
- [13] Hollister V.F. An appraisal of the nature and source of porphyry copper deposits // Miner. Sci. Eng. – 1975. – Vol. 7, N 3. P. 225-233.
- [14] Lowell J.D., Guilbert J.M., Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry copper ore deposits // Economic Geology. – 1970. – Vol. 65. – P. 373-408. INFLUENCE OF GEOCHEMICAL TECHNIQUES ON PORPHYRY COPPER GENESIS 255.

- [15] Cline J.S., Vanko D.A., Magmatically generated saline brines related to molybdenum at Questa, New Mexico, in Thompson, J.F.H., ed., Magmas, fluids, and ore deposits // Mineralogical Association of Canada Short Course. – 1995. – Vol. 23. – P. 153-174.
- [16] Сначев В.И., Демин Ю.И. и др. Тепловой режим становления гранитоидных массивов. – Уфа, 1989. – 120 с.
- [17] Александров С.М. Геохимия скарно- и рудообразования в доломитах. – М.: Наука, 2000. – 344 с.
- [18] Жариков В.А., Эпельбаум М.Б. Моделирование процессов тепло- и массопереноса на грейзеновом месторождении Акчатау // Очерки физико-химической петрологии. – М.: Наука, 1988. – Вып. 15. – С. 38-69.
- [19] Зарайский Г.П. Условия образования редкометалльных месторождений, связанных с гранитоидным магматизмом // Смирновский сборник-2004. – М.: Фонд им. акад. В. И. Смирнова, 2004. – С. 105-192.
- [20] Johannes W., Holtz F. Pedogenesis and Experimental Petrology of Granitic Rocks. – Berlin: Springer-Verlag, 1996. – 335 p.
- [21] Щерба Г.Н., Лаумулин Т.М., Кудряшов А.В. и др. Геолого-генетические модели главных типов эндогенных редкометалльных месторождений Казахстана // Генетические модели эндогенных рудных формаций. – Новосибирск: Наука, 1983. – Т. 2. – С. 3-14.
- [22] Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана / Под ред. А. А. Абдулина. – Алматы, 1998. – 102 с.
- [23] Губайдуллин Ф.Г. Катпарское скарново-грейзеновое месторождение вольфрама и молибдена // Атлас моделей месторождений полезных ископаемых. – Алматы: Наука, 2004. – С. 96-98.
- [24] Исаева Л.Д. Динамическая модель температурного режима формирования месторождения Катпар // Материалы международной научно-практической конференции. – Усть-Каменогорск, 2008. – Т. 1. – С. 591-594.
- [25] Пахомова В.А. Флюидные включения как источник генетической информации о процессах рудообразования (На примере месторождений Дальнего Востока): Дис. ... канд. геол.-минерал. наук: 25.00.11. – Владивосток, 2003. – 168 с. – РГБ ОД, 61:04-4/74.
- [26] Дарбадаев А.Б., Исаева Л.Д. Гидродинамическая модель формирования локальных грейзенов и рудных жил // Геология Казахстана. – 2002. – № 2. – С. 60-65.
- [27] Омисериков М.Ш., Исаева Л.Д. Особенности моделирования динамики рудообразующих систем оруденения и критерии прогнозирования // Геология и охрана недр. – 2009. – № 2. – С. 30-34.
- [28] Omirserikov M., Isaeva L. Toward a theory of rare metal ore formation. – Lambert Academia Publishing. – Saarbrücken, Deutschland, 2015. – 47 p.

## REFERENCES

- [1] Ingersoll L.R., Zobel O.I. Mathematical theory of heat conduction, GinnSrCo., 1913.
- [2] Van Orstrand S.E. Flow of heat from an intrusive body into country rock Trans // Am. Inst. Min. Met. Eng., Tech. Publ. 1944. N 1677. P. 1-9.
- [3] Ishikawa H.A. A Consideration of thermaetransition in metamorphic process in the southern vicinity of the Tansawa Monnatirlands. Cent. Iran. I // Ceol. Sol. Iran. 1955. LXI, N 716.
- [4] Kazanli D.N. Temperaturnye polja intruzivnyh tel i ih rol' v kontaktovom i rudnom mineraloobrazovanii // Izv. AN KazSSR. Ser. geol. 1952. N 115, vyp. 12. P. 3-25.
- [5] Dudarev A.N., Mihaleva L.A. Teplovyje svojstva produktov regional'nogo metamorfizma i granitoobrazovanija. // Fiziko-himicheskaja dinamika processov magmatizma i rudoobrazovanija. Novosibirsk: Nauka, 1971. P. 44-88.
- [6] Golubev B.C., Sharapov V.N. Dinamika jendogennoho rudoobrazovanija. M.: Nedra, 1974. 280 p.
- [7] Sharapov V.N., Averkin Ju.A. Dinamika teplo- i massoobmena v ortomagmaticheskikh fljuidnyh sistemah. Novosibirsk: Nauka, 1990. 198 p.
- [8] Kalinin A.S., Koshelev A.A., Vasil'eva Je.N. Temperaturnye polja intruzivov pri povtornyh vnedrenijah // Doklady AN SSSR. 1971. Vol. 201, N 4. P. 941-945.
- [9] Shherba G.N., Kudrjashov A.V., Senchilo N.P. Redkometall'noe orudnenie Kazahstana. Alma-Ata: Nauka, 1988. 221 p.
- [10] Ganeev I.G., Pokalov V.T. Temperaturnyj gradient – faktor differenciacii gidrotermal'nyh rastvorov, zonal'nosti i vertikal'noj protjazhennosti vol'framit-molibdenit-kvarcevyh zhil // Doklady AN SSSR. 1975. Vol. 220, N 3. P. 690-693.
- [11] Kormushin V.A. Metod gomogenizacii gazovo-zhidkih vkljuchenij v mineralah. – Alma-Ata: Nauka, 1982. 70 p.
- [12] Kormushin V.A., Lipova Z.M., Isaeva L.D. Kak opredelit' koncentraciju rudnyh jelementov v rudoobrazujushhix rastvorah // Bleksburg (SShA). 1989. P. 170-172.
- [13] Hollister V.F. An appraisal of the nature and source of porphyry copper deposits // Miner. Sci. Eng. 1975. Vol. 7, N 3. P. 225-233.
- [14] Lowell J.D., Guilbert J.M., Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry copper ore deposits // Economic Geology. 1970. Vol. 65. P. 373-408. INFLUENCE OF GEOCHEMICAL TECHNIQUES ON PORPHYRY COPPER GENESIS 255.
- [15] Cline J.S., Vanko D.A., Magmatically generated saline brines related to molybdenum at Questa, New Mexico, in Thompson, J.F.H., ed., Magmas, fluids, and ore deposits // Mineralogical Association of Canada Short Course. 1995. Vol. 23. P. 153-174.
- [16] Snachev V.I., Demin Ju.I. i dr. Teplovoj rezhim stanovlenija granitoidnyh massivov. Ufa, 1989. 120 p.
- [17] Aleksandrov S.M. Geohimija skarno- i rudoobrazovanija v dolomitah. M.: Nauka, 2000. 344 p.
- [18] Zharikov V.A., Jepel'baum M.B. Modelirovanie processov teplo- i massoperenosa na greizenovom mestorozhdenii Akchatau // Ocherki fiziko-himicheskoi petrologii. M.: Nauka, 1988. Vyp. 15. P. 38-69.
- [19] Zarajskij G.P. Uslovija obrazovanija redkometall'nyh mestorozhdenij, svjazannyh s granitoidnymmagmatizmom // Smirnovskij sbornik-2004. M.: Fond im. akad. V. I. Smirnova, 2004. P. 105-192.



- [20] Johannes W., Holtz F. Pedogenesis and Experimental Petrology of Granitic Rocks. Berlin: Springer-Verlag, 1996. 335 p.
- [21] Shherba G.N., Laumulin T.M., Kudrjashov A.V. i dr. Geologo-geneticheskie modeli glavnyh tipov jendogennyh redkometall'nyh mestorozhdenij Kazahstana // Geneticheskie modeli jendogennyh rudnyh formacij. Novosibirsk: Nauka, 1983. Vol. 2. P. 3-14.
- [22] Mestorozhdenija redkih metallov i redkih zemel' Kazahstana / Pod red. A. A. Abdulina. Almaty, 1998. 102 p.
- [23] Gubajdulin F.G. Katparskoe skarnovo-greizenovoe mestorozhdenie vol'frama i molibdena // Atlas modelej mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh. Almaty: Nauka, 2004. P. 96-98.
- [24] Isaeva L.D. Dinamicheskaja model' temperaturnogo rezhima formirovanija mestorozhdenija Katpar // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Ust'-Kamenogorsk, 2008. Vol. 1. P. 591-594.
- [25] Pahomova V.A. Fljuidnye vkljuchenija kak istochnik geneticheskoj informacii o processah rudoobrazovanija (Na primere mestorozhdenij Dal'nego Vostoka): Dis. ... kand. geol.-mineral. nauk: 25.00.11. Vladivostok, 2003. 168 p. RGB OD, 61:04-4/74.
- [26] Darbadaev A.B., Isaeva L.D. Gidrodinamicheskaja model' formirovanija lokal'nyh greizenov i rudnyh zil // Geologija Kazahstana. 2002. N 2. P. 60-65.
- [27] Omirserikov M.Sh., Isaeva L.D. Osobennosti modelirovanija dinamiki rudoobrazujushih sistem orudenenija i kriterii prognozirovanija // Geologija i ohrana neдр. 2009. N 2. P. 30-34.
- [28] Omirserikov M., Isaeva L. Toward a theory of rare metal ore formation. – Lambert Academia Publishing. Saarbrucken, Deutschland, 2015. 47 p.

**М. Ш. Өмірсеріков<sup>1</sup>, Л. Ж. Исаева<sup>2</sup>, С. Қ. Асубаева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Қ. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

**СИРЕК МЕТАЛДЫ КЕН ТҮЗІЛУ ТУРАЛЫ МӘСЕЛЕГЕ  
(Қатпар кен орныны мысалына)**

**Аннотация.** Интрузивтік сілемнің жылу аясын зерттеу, оның жанас ортаға, кен түзілу үрдісіне және оның термодинамикалық моделдерінің құрылуына тигізетін ықпалының өзінің тарихи дамуы бар және кен түзілу теориясында ол маңызды құрушы болып табылады.

Сирек металды кен түзілуі теориясындағы мәнмәтінде авторлар Орталық Қазақстанда Қатпар сирек металды кен орнынның қалыптасу үрдісінің моделдік құрылуын ұсынды.

Осы моделдің шеңберінде мыналар зерттелді: жанас ортаға интрузивтік сілемді ендіру ерекшеліктері, оны салқындатудың прогрессивтік және регрессивтік кезеңдері; контактілік метаморфизм (интрузивтік сілем – жанас орта) кезінде минералардың пайда болу температурасы және олардың ассоциациясы берілген; Қатпар сирек металды кен орнының қалыптасу ұзақтығына сандық бағам берілді; жанас ортадағы интрузивтік сілемнің температуралық аяның өзгертілу параметрлері және оның кең түзілудегі ең маңызды кезеңдері мен сатыларына тигізетін ықпалы орнатылған.

**Түйін сөздер:** интрузивтік, сирек металды кен орнының қалыптасу, моделі.