

Региональные геологические особенности образования свинцово-серебряного месторождения Алайгыр

¹ЕСЕНДОСОВА Айнель Нуртасовна, докторант, ainelesendosova@mail.ru,

²МИХАЙЛОВ Владимир Альбертович, д.геол.н., профессор, vladvam@gmail.com,

^{1*}ПОНОМАРЕВА Марина Викторовна, к.т.н., доцент, mv_ponomareva18@mail.ru,

¹ПОНОМАРЕВА Екатерина Вадимовна, PhD, и.о. доцента, sea_kitten_1@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

²Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, Украина, Киев, ул. Владимирская, 60,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В статье рассматриваются региональные геологические особенности образования свинцово-серебряного месторождения Алайгыр, которое включает в себя вопросы: генетической систематики; способов отложения полезного ископаемого; основных параметров процессов рудообразования. Исследованы руды и породы месторождения Алайгыр; распределение основных компонентов, которое обусловлено наличием богатых руд в отдельных локальных областях добытых рудных тел. При проведении исследований были использованы теоретические и эмпирические методы; изучены архивные материалы и современные геологические данные по месторождению Алайгыр. Месторождение Алайгыр также было изучено рядом отечественных и зарубежных специалистов, результаты исследований, которых представлены в научно-исследовательских работах. Пространственная приуроченность оруденения к вулканогенным образованиям обусловлено тем, что рудоносные растворы использовали в качестве подводящих каналов трещинные структуры вулканического аппарата.

Ключевые слова: геология, месторождение свинца и серебра, Центральный Казахстан, стратиформное месторождение, риолитовые порфиры, свинцовое оруденение, свинцовая формация, субдукция, руда, магматические породы.

Введение

Месторождение Алайгыр расположено в средне-позднепалеозойской Казахско-Монгольской дуге, развитой над и с морской стороны от поздненеопротерозойской – раннепалеозойской Кипчакской дуги. В результате изучения месторождения были предложены модели, включающие либо одну долгоживущую дуговую систему (Sengör et al.), либо несколько дуговых и обратно-дуговых систем (Якубчук). Уиндли и др. предлагают несколько независимых и недолговечных дуговых систем, которые были сварены вместе в результате последовательных столкновений. Windley et al. считают, что за слиянием островных дуг и микроконтинентов с образованием Казахстанского континента в позднем силуре последовала раннедевонская субдукция под Казахстанскую континентальную окраину и рост девонской магматической дуги андского типа. Дуговой вулканизм продолжался с позднего девона до позднего карбона или ранней перми, после чего в перми произошел коллизионный магматизм и

ороклинальный изгиб.

Актуальность работы определяется необходимостью разработки современной генетической модели изучаемых месторождений, что в свою очередь ведет к разработке и совершенствованию научно-методических основ прогноза и поисков стратиформных месторождений свинца, развитых в разновозрастных структурно-формационных комплексах древних и молодых платформ, срединных массивов, а также выявлению значимости рассматриваемого семейства месторождений в структуре минерально-сырьевой базы свинца [1].

Цель исследования: всесторонний анализ строения, состава и разновозрастных структурно-формационных комплексов древних и молодых платформ свинцово-серебряного месторождения Алайгыр.

Задачами исследования являются: изучение геологических условий образования месторождения Алайгыр; генетической систематики; связи с определенными геологическими структурами и

комплексами горных пород; физико-химических параметров процессов рудообразования.

Методы

При проведении исследований были использованы теоретические и эмпирические методы; изучены архивные материалы и современные геологические данные по месторождению Алайгыр.

Объектом исследования является полиметаллическое месторождение Алайгыр. Месторождение сложено преимущественно терригенно-карбонатными породами, минерализация имеет ограниченную зону гидротермального

изменения. Рудные тела представлены крутопадающими линзообразными залежами прожилково-гнездовокрапленых свинцовых руд. Формирование зоны происходило в верхнедевонскую эпоху железо-марганцевого и баритополиметаллического оруденения атасуйского типа, поэтому Успенская металлогеническая зона содержит месторождения атасуйского типа. Рудное поле сложено эффузивно-пирокластической вулканогенной толщей.

Северная часть Успенского синклиория и прилегающая южная часть Тектурмасского антиклинория интродуцированы многочисленными

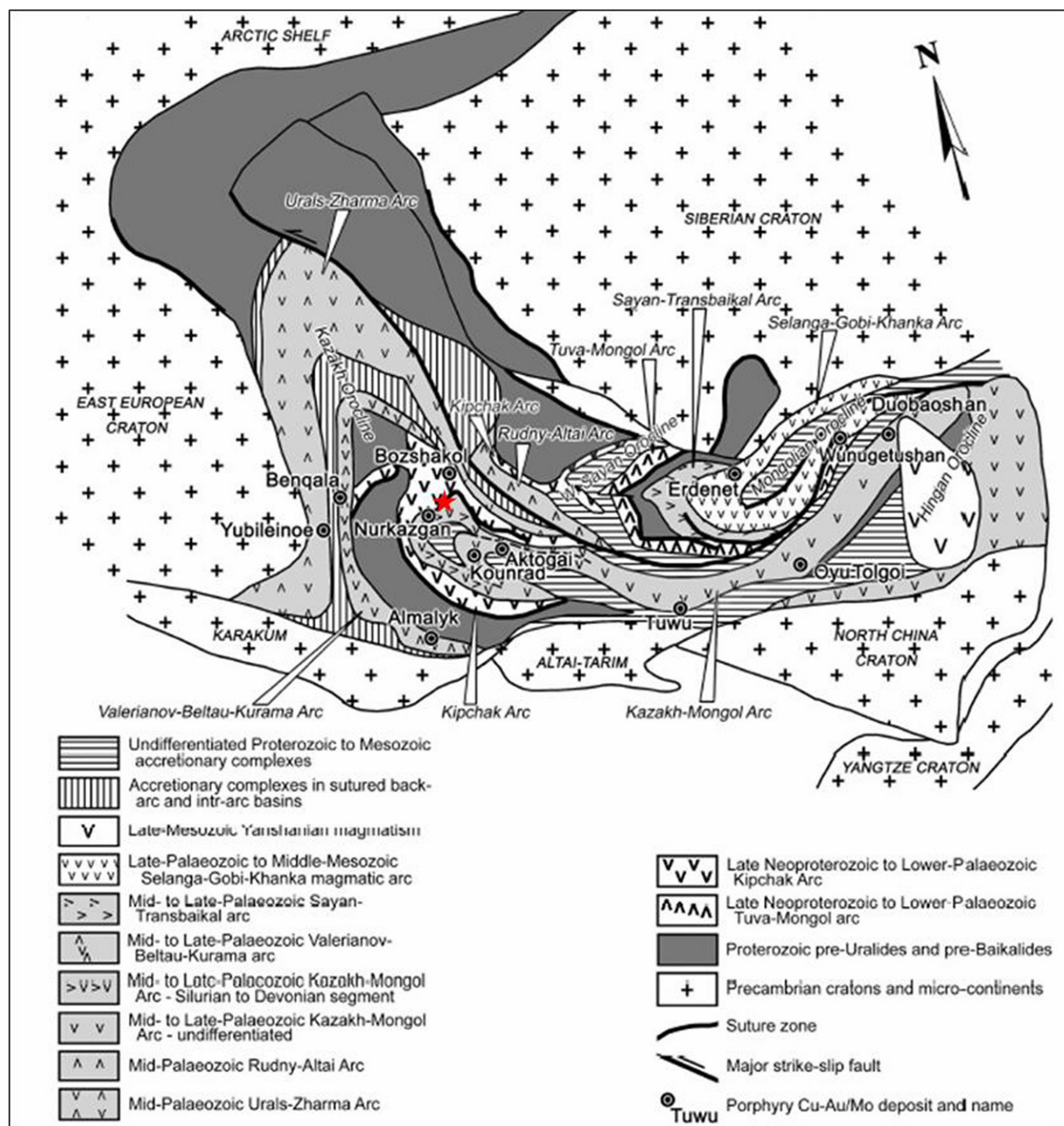


Рисунок 1 – Упрощенная тектоническая карта Алтайского и Забайкальско-Монгольского орогенного коллажа в центральной Евразии

гранитоидными интрузиями, среди которых преобладают постсреднекаменноугольно-пермские интрузии, образующие так называемый Калдырминско-Каркаралинский интрузивный пояс.

На юге, параллельно гранитному поясу и в пределах Успенского синклинория, на восток-северо-восток проходит региональная зона дислокаций и метаморфизма, известная как зона Успенского разлома. Зона разлома возникла в результате позднепермских и/или раннетриасовых синистральных смещений к западу от Центрально-Казахстанской зоны разломов, имеющей направление север-юг (Allen et al., 2006).

Геология месторождения представлена девонскими и карбоновыми осадочными и вулканическими формациями, субвулканическими и дайковыми интрузиями, включая терригенно-карбонатные осадочные породы.

Месторождение свинца Алайгыр исторически описывалось как в значительной степени вмещающее риолитовые субвулканические тела. Эти тела пластинчатые, латерально обширные и широко конформные с вмещающей стратиграфией. В последнее время (SRK, 2020) они были описаны как кварц-фировые пирокласты.

Образования спилит-кремнисто-терригенной формации фамен-турнейского возраста развиты в южной части района, слагают территорию месторождения Алайгыр и уходят далеко за пределы территории. Представлены они известняками, кремнистыми алевролитами, алевролитами и песчаниками туфогенными, кислыми туфами. Они слагают сложнопостроенную, из чередующихся синклинальных и антиклинальных складок структуру, вытянутую в восток-северо-восточном направлении, протяженностью 1-5 км. Размах крыльев складок 200-600 м, углы наклона слоев в крыльях складок крутые 60-80°.

Образования угленосно-параллелической формации визейского возраста развиты в северо-восточном углу и в южной части территории. Представлены они углистыми алевролитами, аргиллитами и песчаниками, которыми сложены синклинали, вытянутые в восток-северо-восточном направлении. Протяженность их до 15 км, размах крыльев до 2-3 км. Углы падения пород 50-80°.

Образования каркаралинской свиты, представленные риолитовыми порфирами трахиандезит-дацитовыми порфирами, андезитовыми порфиритами с горизонтами туфогенных песчаников и алевролитов развиты в южной части района и принимают участие в строении территории месторождения. Они интенсивно динамометаморфизованы и слагают отдельные блоки общей протяженностью в восток-северо-восточном направлении.

Комплекс субщелочных риолитовых порфиров нижнепермского возраста образует ряд вулканотектонических структур, развитых в южной и западной частях района, вытянутых в вос-

ток-северо-восточном направлении. Протяженность структур 3-7 км при ширине 600-2600 м. Покровным вулканогенным образованиям нижнепермского возраста сопутствуют субвулканические тела, сложенные трахилипаритовыми, риолитовыми порфирами и гранит-порфирами. Они развиты в южной части района, одно из них, представленное риолитовыми порфирами, включает в себя рудные тела месторождения Алайгыр. Простирается субвулканических тел восток-северо-восточное. Протяженность от 0,5 до 10 км при ширине от 30 до 1000 м.

Интрузивные образования района расчленяются на три комплекса: раннепермский топарский, раннепермский куттуадамский интрузивный комплекс, позднепермский акчатауский интрузивный комплекс.

Раннепермский топарский интрузивный комплекс представлен габбро, габбро-диоритами, среднезернистыми биотитовыми гранитами второй фазы внедрения и мелкозернистыми гранитами дополнительной интрузии во второй фазе внедрения. Ими сложены три интрузивных массива размерами от 0,5х2 км до 4х5 км, расположенных в южной, северо-восточной и северо-западной частях района.

Раннепермский куттуадамский интрузивный комплекс представлен среднекрупнозернистыми гранитами и мелкозернистыми гранитами, слагающими одноименный массив, занимающий большую часть района.

Позднепермский акчатауский интрузивный комплекс представлен среднезернистыми аляскитовыми гранитами и слагает массив размером 0,7х1,5 км, расположенный в западной части района.

Пирит-сфалерит-галенитовая минеральная разновидность не образует самостоятельных залежей и отмечается в контурах рудных тел в виде локальных зон без четких геологических границ. Сульфидные руды сложены галенитом, с незначительной примесью пирита, халькопирита, сфалерита. Зона окисления на месторождении развита очень неравномерно. Глубина ее сильно колеблется от 50 до 220 м на Западном участке и от 80 до 190 м на Восточном.

Из элементов-примесей в рудах месторождения обнаружены серебро, ртуть, сурьма, кадмий, висмут, селен, галлий, германий, мышьяк, таллий. При этом значительные содержания установлены лишь для серебра, галлия и ртути, а по отдельным пробам и для кадмия, селена, сурьмы. Галенит присутствует в виде вкрапленности и мелких прожилков, образовался одновременно с метасоматитами в ассоциации с бессернистыми минералами [2].

Основной структурой месторождения является сжатая брахиантиклиналь близширотного простирания. Вдоль ее южного крыла проходит крупный разлом, имеющий значение в локализации оруденения. Серией субмеридиональных нару-

шений месторождение разделено на три участка (практически самостоятельных месторождения): Западный, Средний и Восточный. Рудные тела имеют линзообразную и столбообразную форму.

Промышленные галенитовые руды локализованы исключительно в пределах тел риолитовых порфиров, внутри контура гидротермально измененных пород, которые в свою очередь контролируются зонами дробления и трещиноватости. Процесс образования месторождения условно разделен на три стадии. В дорудную стадию широко проявились метасоматические изменения эффузивных пород – серицитизация, окварцевание, карбонатизация, хлоритизация, баритизация и альбитизация. Они прослеживаются непрерывной полосой вдоль зон тектонических нарушений.

Руды, возникшие во вторую стадию, имеют прожилково-вкрапленное и вкрапленное строение (рисунок 2). В третью, завершающую рудный процесс, стадию возникли пирит-серицитовые, карбонатные и баритовые прожилки [3].

Герцинские интрузивные породы в районе представлены в основном гранитоидами с подчиненным развитием промежуточных и мафических интрузий. Раннегерцинские интрузии сформировались на начальных этапах формирования разломов Успенской зоны, тогда как позднегерцинские интрузии были внедрены после всех структур восток-запад. Существуют также среднегерцинские интрузии.

Самая древняя раннегерцинская интрузивная стадия представлена небольшими мафическими массивами к юго-западу от Алайгыра. Это крупно- и среднезернистые габбро-диориты, содержащие плагиоклаз, моноклинные пироксены и горнбленд. Раннегерцинская интрузивная стадия также включает гранодиориты и кварцевые диориты, залегающие к югу и юго-западу от Алайгыра.

Среднегерцинская интрузивная стадия включает диориты, кварцевые порфиры и гранодиориты, образующие небольшие штокверковые массивы.

Позднегерцинские интрузивные массивы наиболее развиты в районе и прорезают всю палеозойскую вулканогенно-осадочную толщу вплоть до среднего карбона, а также прорезают и постдатируют структуры в зоне Успенского разлома с востока на запад. Существуют две группы массивов, одна из которых состоит из лейкократовых мелко- и среднезернистых гранитов и гранит-порфиров, а вторая – из биотитовых и биотит-роговообманковых гранитов, иногда лейкократовых.

Результаты исследований

Таким образом, пространственная приуроченность оруденения к вулканогенным образованиям, по-видимому, обусловлена тем, что рудоносные растворы использовали в качестве подводящих каналов трещинные структуры вулканического аппарата.

Кроме того, большая химическая активность кислых эффузивов на месторождении, их физико-механические свойства создали условия для рудоотложения.

Структура месторождения состоит из подразделений терригенно-карбонатной формации и спилит-кремнисто-терригенной формации фаменского-турнейского возраста. Также присутствуют образования субщелочных липаритовых порфиров раннепермского возраста, которые связаны со свинцовой минерализацией. Месторождение имеет не только гидротермально-метасоматический процесс, который являлся высокотемпературным, – эти тела пластинчатые, латерально обширные и широко конформные с вмещающей стратиграфией. Но можно рассматривать как эпигенетическое структурно-контролируемое месторождение, хотя также было предложено деформированное VMS.

Минерализация месторождения рассматривается как ограниченная зонами гидротермального изменения.

Стиль минерализации разный: в виде пестрых, вкрапленных и распространенных замещений, в виде обломков, в виде заполнения трещин, а также в жилах и селважах. Большая часть ми-

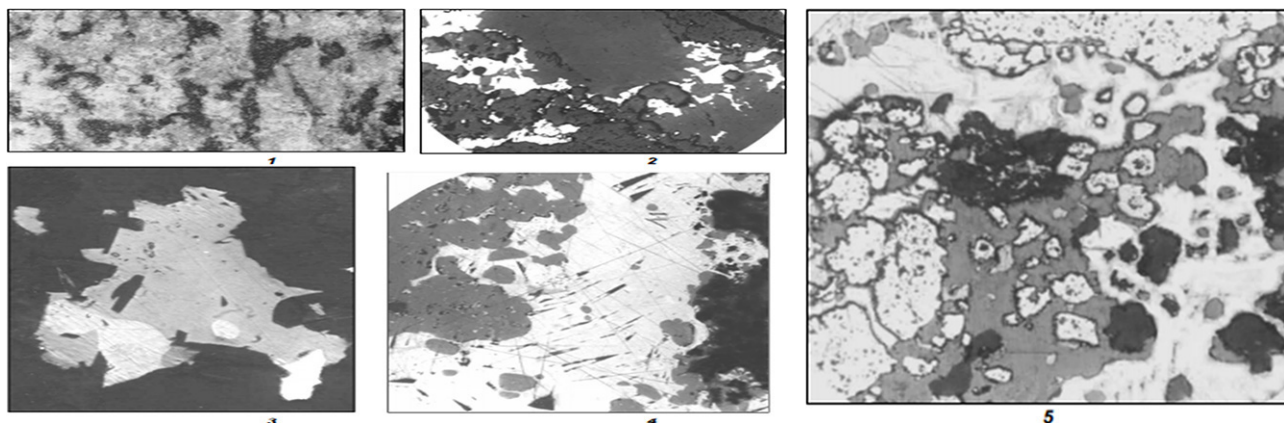


Рисунок 2 – Строение минеральных агрегатов месторождения Алайгыр [по М.К. Януловой]

нерализации описана как вкрапленная, пестрая и заполняющая трещины. Контакты минерализации не являются четкими, а визуально отличить минерализованные породы от пустых иногда было сложно из-за слишком мелкозернистых сульфидов, которые невозможно увидеть невооруженным взглядом.

Алайгыр имеет свинцовую вулканогенно-гидротермальную формацию, гиперспектральный анализ показывает, что фенгит и иллит с меньшим содержанием Mg, исходя из химического состава с преобладанием Pb и его залегания в мелководной стратиграфической последовательности. Оно имеет некоторое сходство с месторождением Бодвин в Мьянме, структурно-контролируемым месторождением эпitherмального типа с Pb-Ag-Zn и Cu-Co-Ni минерализацией и связанной с ней

карбонатно-фенгитовой альтерацией.

Месторождение Алайгыр свинцовой вулканогенно-гидротермальной формации приурочено к вулканитам кислого состава. Все они четко контролируются крутонападающими зонами дробления и приуроченной к свободным частям брахиантиклинальных или вулканопольных складок второго и третьего порядка. Широко распространенным рудным минералом является галенит, ассоциирующий с кварцем. Другие сульфиды встречаются в резко в подчиненном количестве. Рудные минералы выделяются в виде вкрапленников в измененных породах. Характерно наличие четко выраженных на поверхности зон осветленных и обеленных серицитизированных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конкин В.Д., и др. Минералого-геохимические типы и региональные геологические особенности стратиформных свинцово-цинковых месторождений в карбонатных толщах // Журнал «Отечественная геология». 2018. С. 95.
2. Париков Ю.С. Генезис основных типов месторождений цветных металлов Казахстана. Алматы, 2012. 266 с.
3. Ермолов П.В. Актуальные проблемы изотопной геологии и металлогении Казахстана. Караганда: Изд.-полиграф центр Казахстанско-Российского Университета, 2013. – 203 с.
4. Mizernaya M.A., et al Geochemical characteristics and metalogeny of Herzin granitoid complexes (Eastern Kazakhstan) // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu Ukraine, 2020, pp. 5-10.
5. Степанец В.Г. Геодинамическая позиция офиолитов Тектурмасской аккреционной призмы (Центральный Казахстан) // Изв. НАН РК. – 2016. – № 6. – С. 6-21.
6. Антонюк Р.М., и др. Тектурмасский офиолитовый пояс: строение, возраст, геодинамика // Геология, минералогия и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов Республики Казахстан: Материалы международной научно-практической конференции. – Алматы, 2015. – С. 7-28.
7. Glorie, S. et al. Formation and Palaeozoic evolution of the Gorny-Altai-Mongolia suture zone (South Siberia): zircon U/Pb constraints on the igneous record // Gondwana Research 20. – 2011. – pp. 465-484.
8. Пономарева Е.В. Геодинамика и металлогения редкоземельных элементов Иртышской зоны смятия. Караганда: Издательство КарТУ. 2021.
9. Ponomareva Ye.V., et al A model of the tectonic development of Irtysh shear zone in terms of present day radioisotope data. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – Dnipro: National Mining University, 2021, no. 4. – P. 5.
10. Поляков Г.В., и др. ультрабазитбазитовый магматизм и сопутствующее медно-никелевое оруденение Гоби-Тяньшанского пояса как результат Таримского плюма // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 9. № 7. – 605 с.

Алайғыр қорғасын-күміс кен орнының қалыптасуының аймақтық геологиялық ерекшеліктері

¹ЕСЕНДОСОВА Айнель Нуртасовна, докторант, ainelesendosova@mail.ru,

²МИХАЙЛОВ Владимир Альбертович, геол.ф.д., профессор, vladvam@gmail.com,

^{1*}ПОНОМАРЕВА Марина Викторовна, т.ф.к., доцент, mv_ponomareva18@mail.ru,

¹ПОНОМАРЕВА Екатерина Вадимовна, PhD, доцент м.а., sea_kitten_1@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

²Тарас Шевченко атындағы Киев ұлттық университеті, Украина, Киев, Владимирская көшесі, 60,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Мақалада Алайғыр қорғасын-күміс кен орнының қалыптасуының аймақтық геологиялық ерекшеліктері қарастырылған, оған келесі мәселелер кіреді: генетикалық систематика; пайдалы қазбалардың шөгу жолдары; кен түзілу процестерінің негізгі параметрлері. Алайғыр кен орнының кендері мен тау жыныстары зерттелді; негізгі құрамдас бөліктердің таралуы, бұл өндірілетін кен денелерінің жекелеген жергілікті жерлерінде бай кендердің болуына байланысты. Зерттеу барысында теориялық және эмпирикалық әдістер қолданылды; Алайғыр кен орны бойынша мұрағаттық материалдар мен қазіргі геологиялық деректер зерттелді. Алайғыр кен орнын да бірқатар отандық және шетелдік мамандар зерттеп, оның нәтижелері ғылыми-зерттеу еңбектерде берілген. Минералданудың вулканогендік түзілімдерге кеңістікте шектелуі кенді

ерітінділердің қоректендіру арналары ретінде жанартаулық аппараттың жарықшақ құрылымдарын пайдаланғандығына байланысты.

Кілт сөздер: геологиясы, қорғасын және күміс кен орны, Орталық Қазақстан, стратиформалық кен орны, рhyолитті порфириттер, қорғасынның минералдануы, қорғасын түзілуі, субдукция, кен, магмалық жыныстар.

Regional Geological Features of the Formation of the Alaigyr Lead-silver Deposit

¹YESENDOSOVA Ainel, doctoral student, ainelesendosova@mail.ru,

²MIHAILOV Vladimir, Dr. of Geol. Sci., Professor, vladvam@gmail.com,

^{1*}PONOMAREVA Marina, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, mv_ponomareva18@mail.ru,

¹PONOMAREVA Yekaterina, PhD, Acting Associate Professor, sea_kitten_1@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

²Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, Kyiv, Vladimirska Street, 60,

*corresponding author.

Abstract. The article discusses the regional geological features of the formation of the Alaigyr lead-silver deposit, which includes the following issues: genetic systematics; ways of deposition of minerals; the main parameters of ore formation processes. The ores and rocks of the Alaigyr deposit were studied; distribution of the main components, which is due to the presence of rich ores in certain local areas of mined ore bodies. During the research, theoretical and empirical methods were used; archival materials and modern geological data on the Alaigyr deposit were studied. The Alaigyr deposit was also studied by a number of domestic and foreign specialists, the results of which are presented in research papers. The spatial confinement of mineralization to volcanogenic formations is due to the fact that ore-bearing solutions used fissure structures of the volcanic apparatus as supply channels.

Keywords: geology, lead and silver deposit, Central Kazakhstan, stratiform deposit, rhyolite porphyries, lead mineralization, lead formation, subduction, ore, igneous rocks.

REFERENCES

1. Konkin V.D., et al Mineralogo-geohimicheskie tipy i regional'nye geologicheskie osobennosti stratiformnyh svincovo-cinkovyh mestorozhdenij v karbonatnyh tolshhah [Mineralogical and geochemical types and regional geological features of stratiform lead-zinc deposits in carbonate strata] // Zhurnal «Otechestvennaja geologija» [Journal of Patriotic Geology]. 2018. P. 95.
2. Parilov Ju.S. Genezis osnovnyh tipov mestorozhdenij cvetnyh metallov Kazakhstana [Genesis of the main types of non-ferrous metal deposits in Kazakhstan]. Almaty, 2012. 266 p.
3. Ermolov P.V. Aktual'nye problemy izotopnoj geologii i metallogenii Kazakhstana [Actual problems of isotope geology and metallogeny of Kazakhstan]. Karaganda: Publ.-poligraf. centr Kazakhstansko-Rossijskogo Universiteta [Printing Center of the Kazakh-Russian University], 2013. – 203 p.
4. Mizernaya M.A., et al Geochemical characteristics and metallogeny of Herzin granitoid complexes (Eastern Kazakhstan) // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu Ukraine, 2020, pp. 5-10.
5. Stepanec V.G. Geodinamicheskaja pozicija ofiolitov Tekturmasskoj akkrecii-onnoj prizmy (Central'nyj Kazakhstan) [Geodynamic position of ophiolites of the Tekturmas accretionary prism (Central Kazakhstan)] // Izv. NAN RK. [Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan] – 2016. – № 6. – pp. 6-21.
6. Antonjuk R.M., et al Tekturmasskij ofiolitovyy pojas: stroenie, vozrast, geodinamika [Tekturmas ophiolite belt: structure, age, geodynamics] // Geologija, mineralogija i perspektivy razvitija mineral'no-syr'evykh resursov Respubliki Kazakhstan: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Geology, mineralogy and prospects for the development of mineral resources of the Republic of Kazakhstan Proceedings of the international scientific and practical conference]. – Almaty, 2015. – pp. 7-28.
7. Glorie, S. et al. Formation and Palaeozoic evolution of the Gorny-Altai-Mongolia suture zone (South Siberia): zircon U/Pb constraints on the igneous record // Gondwana Research 20. – 2011. – pp. 465-484.
8. Ponomareva Ye.V. Geodinamika i metallogenija redkozemel'nyh jelementov Irtyshskoj zony smjatija [Geodynamics and metallogeny of rare earth elements in the Irtysh shear zone]. Karaganda: Publ. KarTU. 2021.
9. Ponomareva Ye.V., et al model of the tectonic development of Irtysh shear zone in terms of present day radioisotope data. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – Dnipro: National Mining University, 2021, no. 4. – P. 5.
10. Poljakov G.V., et al Permskij ul'trabazitbazitovyy magmatizm i soputstvujushhee medno-nikelevoe orudenenie Gobi-Tjan'shanskogo pojasa kak rezul'tat Tarim'skogo pljuma [Permian ultramafic mafic magmatism and associated copper-nickel mineralization of the Gobi-Tianshan belt as a result of the Tarim plume] // Geologija i geofizika [Geology and geophysics]. – 2008. – T. 9. No. 7. – 605 p.