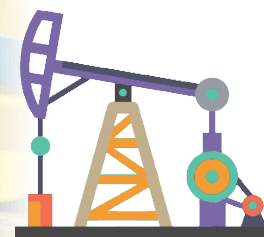


Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности



DOI 10.52209/1609-1825_2021_3_94

УДК 533

Особенности геологического строения, магматизма и рудообразования месторождений Бакырчикского рудного поля

¹МИЗЕРНАЯ Марина Александровна, к.г.-м.н., ассоциированный профессор, mizernaya58@bk.ru,

¹ДЬЯЧКОВ Борис Александрович, д.г.-м.н., профессор, bdyachkov@mail.ru,

²МИРОШНИКОВА Анастасия Петровна, PhD, старший научный сотрудник, anastasiya-2588@mail.ru,

^{1*}ЗИКИРОВА Карина Талгатовна, докторант, 96karina@list.ru,

¹ЕСКАЛИЕВ Ертай Талгатович, докторант, yeskaliev96@mail.ru,

¹Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Казахстан, 070004, Усть-Каменогорск, ул. А.К. Протозанова, 69,

²Филиал РГП «НЦ КПМС РК» «ВНИИцветмет», Казахстан, 070002, Усть-Каменогорск, ул. Промышленная, 1,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассмотрены особенности геологии, магматизма и рудообразования золоторудного месторождения Бакырчик, относимого большинством авторов к крупным месторождениям мезотермального типа в черносланцевых образованиях. Месторождение расположено в Западной Калбе в Восточном Казахстане. Все известные на территории Западной Калбы геолого-промышленные типы золотого оруденения по приоритетности делятся на три группы: первая – золото-сульфидные прожилково-вкрапленные в черных сланцах (бакырчикский тип); далее – золото-сульфидно-кварцевые жильные и прожилково-жильные (Акжал, Кулуджун, Сенташ и др.) и штокверковые месторождения с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией (Баладжал, Джумба и др.). Наиболее перспективный, но, несмотря на многие годы изучения, недоизученный уровень представлен Бакырчикским рудным районом. Региональная позиция рудного поля определяется приуроченностью его к структурам в палеогибках каледонского фундамента субконтинентального типа с промежуточной земной корой. Цель статьи – установить взаимосвязь структурной позиции и воздействия скрытой интрузии на формирование оруденения месторождений Бакырчикского рудного поля.

Ключевые слова: магматизм, тектоника, золото-сульфидные руды, Западная Калба, стратоуровни.

Введение

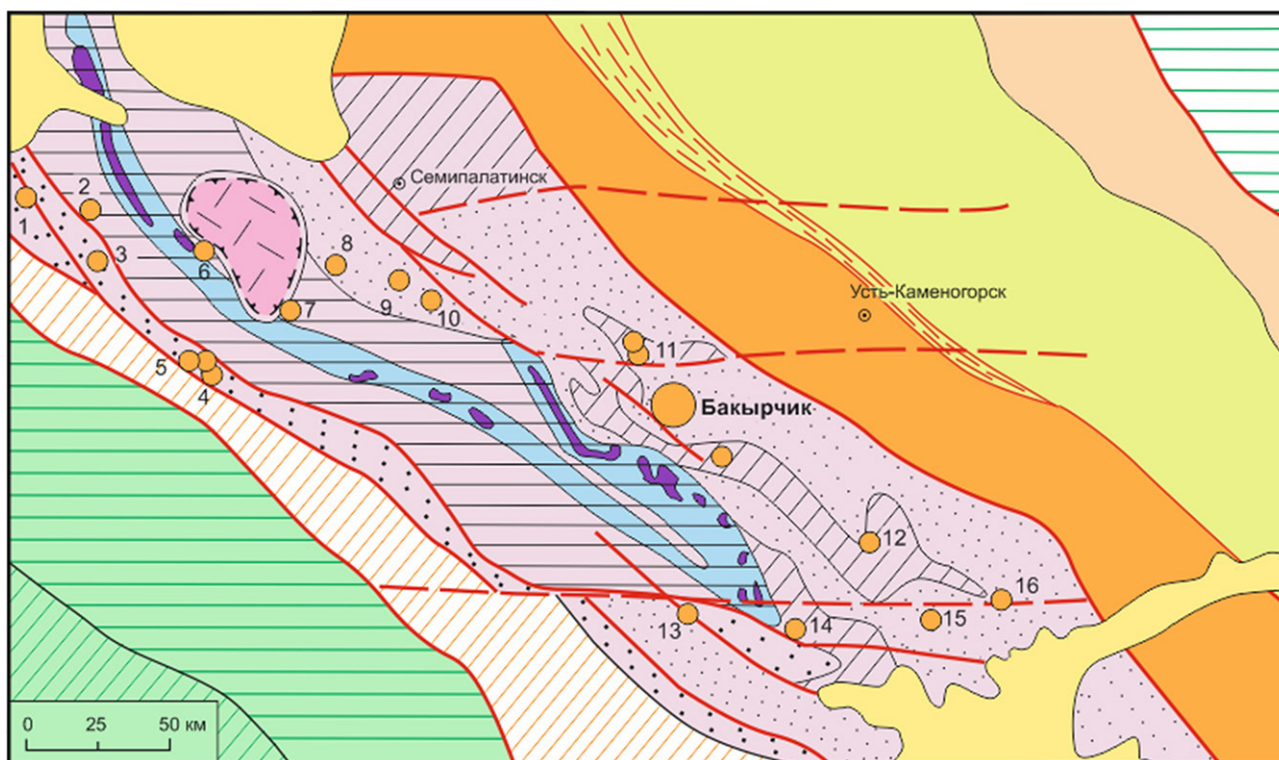
Западно-Калбинская металлогеническая зона в Восточном Казахстане сформировалась в постколлизционное время (поздний палеозой) и протягивается в полосы северо-западного простирания согласно основным структурам Зайсанской складчатой системы (рисунок 1). По геофизическим данным (В.Н. Любецкий, Г.П. Нахтигаль), она подстилается астеносферным валом, эпицентр которого соответствует Миялинскому поднятию – дифференцированной палеовулканической дуге, четко выраженной в гравитационных полях.

Западно-Калбинская зона – золотоносная структура многоступенчатого развития с оригинальной комбинацией рудоподготовительных и рудоформирующих факторов. Выделены основные этапы ее формирования во времени: 1) C_{1-2} и C_2 – господствует прибрежно-морская и дельтовая седиментация, образование обширных полей

донорской углеродисто-терригенной формации (аркалыкская, буконьская свиты); 2) C_{2-3} – имеет место метаморфизм, покровно-складчатые преобразования, локализация зон смятия и экранов, реювинация первичного золота; 3) C_3 – наблюдается флюидно-магматогенная активность (кунушский комплекс), гидротермальный метасоматоз и концентрированное оруденение прожилково-вкрапленного, жильного и штокверкового типов как результат коллизии-аккреционных процессов [1-3]. Эти процессы привели к формированию уникальной по набору месторождений и запасам зоны, в которой сосредоточено более 250 месторождений золота.

Геологическая позиция месторождения Бакырчик

Месторождение Бакырчик расположено на северо-западе центральной части Калбинской



1-2 – зоны пострифтовых коллизий блоков: 1 – симатических (Западно-Калбинский золоторудный углеродисто-терригенный пояс), 2 – сиалических (Калба-Нарымский танталово-вольфрамо-оловянный пояс), 3 – зона тектонизированных офиолитов Чарского позднедевонского рифта, 4 – зона энсиалических дуг (Жарма-Саурский золото-медно-никелево-редкометалльный пояс), 5-6 – зоны энсиматических дуг: 5 – ранней, D_1-D_2 и 6 – поздней, D_2-D_3 (Рудно-Алтайский полиметаллический пояс) стадий; 7-8 – каледонские складчатые системы: 7 – Чингиз-Тарбагатайская (зоны энсиматических островных дуг ранней, C_1-O_2 (а) и поздней, O_{1-2} (б) стадий), 8 – Горно-Алтайская (пассивная континентальная окраина); 9-12 – структуры Западно-Калбинского золоторудного пояса: 9 – области глыбовых (а) и конседиментационных раннеорогенных (б) поднятий, 10 – прогибы: а – орогенные молассовые (с редуцированным вулканизмом), б – вулканогенно-молассовые; 11 – ультрабазиты; 12 – наложенные континентальные вулканотектонические сооружения киммерийского рифтогенеза; 13 – глубинные разломы; 14 – скрытые субширотные разломы фундамента герцинид; 15 – Иртышская зона смятия; 16 – мезозой-кайнозойские отложения; 17 – золоторудные месторождения в углеродисто-терригенных толщах: 1 – Балтемир, 2 – Балдыколь, 3 – Кемпир, 4 – Алимбет, 5 – Жанан, 6 – Мираж, 7 – Суздальское, 8 – Мукур, 9 – Мукур Восточный, 10 – Кедей, 11 – Миялы, 12 – Сенташ, 13 – Васильевское, 14 – Балажал, 15 – Джумба, 16 – Кулуджун

Рисунок 1 – Положение месторождений Бакырчикской группы в структурах Зайсанской герцинской складчатой системы (Атлас, 2012 г.)

структурно-фациальной зоны Зайсанской складчатой системы (рисунок 1). Оно образует единое Бакырчикское рудное поле, включая средние и мелкие месторождения и рудопроявления Кызыловской зоны и ее оперения.

Под Кызыловской зоной понимается сложная длительно живущая структура, развивающаяся в бортовой части мульды на границе отложений аркалыкской и буконьской свит и вмещающая дайки и оруденение. В современном представлении геологическое строение осадочного разреза в пределах бакырчикского рудного поля представляется таким образом. Основание разреза составляет толща темных филлитизированных пелитолитов (D_3bm_2). Выше согласно залегают вулканогенно-кремнистые отложения (карабайская свита D_3-C_1). Известняково-пелитолитовая толща, мощностью до 750 м (аркалыкская свита C_1ar) согласно перекрывает вулканогенно-кремнистые отложения карабайской свиты. Завершают разрез отложения буконьской свиты ($C_{2-3}bk$), представленной ритмичным переслаиванием вулканогенных песчаников и алевролитов [4-6].

Характеристика магматических образований

В течение длительного периода исследований Западная Калба считалась амагматичной структурой, и месторождения золота никак не связывали с магматизмом. В последнее время по результатам геофизических исследований было установлено, что здесь широко проявлены магматические процессы [7], парагенетически связанные с формированием многих жильных полей, размещенных в над- и околоинтрузивных зонах (Жумба, Ку-

луджун, Лайлы, Сенташ) или непосредственно в пределах выступов малых массивов гранитоидов, где они представлены золото-березитовым минеральным типом (Баладжал) в корневой части рудной колонны. Такие месторождения рассредоточены по всему разрезу углеродисто-терригенных образований, но чаще всего встречаются на четырех стратоуровнях: C_{1V2-3} (Акжал, Северное Ашталы), C_{1S1} (Сенташ, Джумба, Теректы), C_{1S3} (Кулуджун, Лайлы) и C_2 (Еспе) (рисунок 2) [8,9].

Среди магматитов наиболее широкое распространение имеют интрузивы кунушской габбро-плагиогранитной серии, представленной малыми телами амфиболизированных габбро-диабазов, биотитовых тоналитов и плагиогранитов. По петрохимическим особенностям они рассматриваются как высоконатриевые породы повышенной глиноземистости и низкой общей щелочности. Кроме интрузивов кунушского комплекса в ряде золоторудных полей выделяется габбро-диоритовый дайковый комплекс, слагающий отчетливо выраженные пояса северо-западного и субширотного простираний. Для пород комплекса характерны повышенные концентрации TiO_2 (до 2,21%) и P_2O_5 (до 0,89%).

По геофизическим данным, в зоне Кызыловского разлома непосредственно под Бакырчикским рудным полем находится интрузивный массив (7х3 км) габбро-диоритов, относимый многими авторами к коллизионным гранодиорит-плагиогранитам кунушского комплекса (C_3). Дифференциаты интрузивного комплекса на Бакырчике размещены ярусно: гранитоидный очаг залегает на глубине 3,0-3,5 км, а дайковые породы локализуются на верхнем горизонте – в зоне

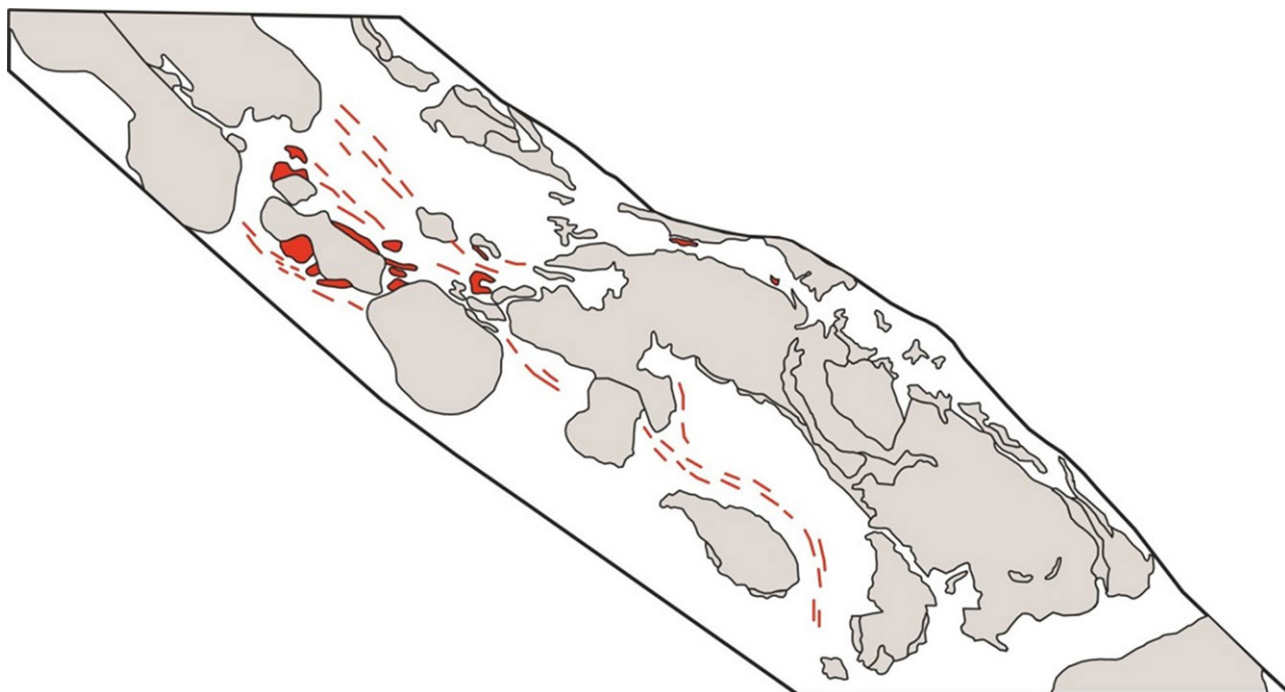


Рисунок 2 – Размещение малых интрузий и даек кунушского комплекса [Большой Алтай, 1998]

рудоносного надвига [3,10].

Зональность золотого оруденения месторождений Бакырчикского рудного поля относительно глубинной интрузии

Эндогенная зональность золотого оруденения Западной Калбы проявляется в виде латеральной зональности формационных и геохимических типов, вертикальной упорядоченности (распределенности) месторождений относительно глубинных интрузивных тел и вертикальной зональности конкретных рудных объектов (рисунок 2). Реконструированная мезотермальная рудно-магматическая колонна рассматриваемого региона диапазоном 3,0-3,5 км состоит из четырех индикаторных зон (ритмов), закономерно сменяющих друг друга в направлении от кровли интрузивного очага к палеоповерхности. Снизу вверх в колонне отмечаются следующие изменения: снижение температур образования продуктивных минеральных ассоциаций; смена профиля оруденения от редкометалльного и золото-редкометалльного (тыловая и промежуточные зоны) к золотому и золото-сурьмяно-полиметаллическому (фронтальная и прифронтальная зоны); увеличение сульфидности оруденения на фоне «сквозного» развития пирит-арсенопиритовой ассоциации; смена кварцевожильных типов оруденения со свободным золотом вкрапленными рудами со связанным золотом в сульфидах; закономерная последовательность гидротермальных изменений (турмалинизация – березитизация – аргиллизация, альбитизация); контрастное увеличение продуктивности золотого оруденения (крупное месторождение Суздальское и очень крупное месторождение Бакырчик локализованы в прифронтальной и фронтальной зонах).

Ярусная рассредоточенность и вертикальная изменчивость месторождений рассматриваются как показатель многоступенчатого, полигенного рудообразования, включающего концентрированное переотложение полезных компонентов с активным участием в данном процессе углеродсодержащих осадков с повышенным кларком золота. Гигантская концентрация золота в апикальной части колонны (Бакырчик) является итогом длительного (сотни млн лет) рудообразования, метал-

логической преемственности, комбинирования нескольких источников благородного металла (первично-осадочного, метаморфогенного, флюидно-гидротермального). Пространственное сочетание и «взаимопереходы» редкометалльного (Sn, Mo) и золотого типов оруденения, наблюдаемые в тыловой зоне, размещение таких объектов в единой системе «интрузив-надинтрузивная зона» свидетельствуют в пользу их формирования под преобладающим воздействием магматогенно-гидротермального источника.

Анализ геологических условий формирования месторождения Бакырчик выявляет сложную историю накопления и концентрации золота в рудах золото-мышьяково-углеродистого типа. В глобальных масштабах это было время закрытия Палеоазиатского океана, слияние Казахстанско-Кыргызского материка с Таримским, Восточно-Европейским, Алтае-Монгольским континентами, во время которого контрастно и разнообразно проявили себя процессы заключительного орогенеза и гранитоидного магматизма. Известны представления А.Ф. Коробейникова, Н.А. Фогельман, Л.Г. Марченко, А.М. Мысника, В.А. Нарсеева, Т.М. Жаутикова и других исследователей о стадийности рудообразования и двойственном источнике золота (седиментного и ювенильного) на объектах бакырчикского типа.

В связи с этим генезис золотого оруденения Бакырчика может рассматриваться как *ремобилизационно-гидротермальный процесс* с первичным накоплением осадочно-диагенетического золота в нелигитированных осадках буконьской свиты и поступлением гидротермальных растворов с ювенильным золотом магматического источника, перераспределением и концентрацией благородного металла в термоаномальных зонах. Такой процесс рудообразования со стадийной концентрацией золота способствовал, вероятно, формированию крупных золоторудных месторождений в черносланцевых толщах, что согласуется с представлениями других исследователей [9]. В дальнейшем в перми и мезозое руды месторождения Бакырчик, как и на других объектах Западной Калбы, испытали преобразование в результате внутриплитной активизации в постколлизийной геодинамической обстановке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mizernaya M.A., Miroshnikova A.P., Pyatkova A.P., Akilbaeva A.T. The main geological-industrial types of gold deposits in East Kazakhstan // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu (Ukraine)*, (5), pp. 5-10, 2019.
2. Kuzmin M.I., Yarmolyuk V.V., Kotov A.B. Early evolution of the Earth, beginning of its geological history: how and when granitoid magma appeared. *Litosphera*, 5, pp. 653-371, 2018.
3. Rafailovich M.S. *Geology of Central Asian gold: ore evolution, metasomatic formations, explosive breccia*. Monograph, Almaty, p. 423, 2013.
4. Parilov Yu.S. Genesis of the main types of non-ferrous metals deposits in Kazakhstan (based on the results of studying fluid inclusions). – Almaty. p. 266, 2012.
5. Mizernaya, M.A., Aitbayeva, S.S., Mizerny, A.I., Dyachkov, B.A., Miroshnikova A.P. Geochemical characteristics and metallogeny of Herzin granitoid complexes (Eastern Kazakhstan) *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu (Ukraine)*, (1), 5-10, 2020.

6. Kuzmina O.N., Dyachkov B.A., Vladimirov A.G., Kirillov M.V., Kolpakov V.V., Mizernaya M.A., Mayorova N.P. Gold-sulfide jasperoids of East Kazakhstan // Special issue of Mineralogical Magazine. Goldschmidt abstracts, 2013 (in press).
7. Наумов Е.А., Калинин Ю.А., Ковалев К.Р., Борисенко А.С. Золоторудные месторождения Восточного Казахстана в углеродистых терригенных и терригенно-карбонатных комплексах и их геохронологические характеристики // Гигантские месторождения золота Центральной Азии. Укрепление золоторудного потенциала Казахстана: Материалы международного симпозиума. – Алматы, 2014. – С. 123-126.
8. Ермолов П.В. Актуальные проблемы изотопной геологии и металлогении Казахстана: Монография. – Караганда: Издательско-полиграфический центр Казахстанско-Российского университета, 2013. – 206 с.
9. Ханчук А.И., Мартынов Ю.А. Тектоника и магматизм границ скольжения океанических и континентальных литосферных плит // Геологические процессы в обстановках субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит: Материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – С. 45-49.
10. Дьячков Б.А., Черненко З.И., Майорова Н.П., Мизерная М.А., Кузьмина О.Н. Геологические условия формирования и размещения золоторудных месторождений апокарбонатного типа Восточного Казахстана. – Усть-Каменогорск: ВКГУ, 2011. – 136 с.

Бақыршық кенді кен орындарының геологиялық құрылымы, магматизмі мен кен түзу ерекшеліктері

¹МИЗЕРНАЯ Марина Александровна, г.-м.ф.к., қауымдастырылған профессор, mizernaya58@bk.ru,

¹ДЬЯЧКОВ Борис Александрович, г.-м.ф.д., профессор, bdyachkov@mail.ru,

²МИРОШНИКОВА Анастасия Петровна, PhD, аға ғылыми қызметкер, anastasiya-2588@mail.ru,

¹*ЗИКИРОВА Карина Талгатовна, докторант, 96karina@list.ru,

¹ЕСКАЛИЕВ Ертай Талгатович, докторант, yeskaliev96@mail.ru,

¹Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Қазақстан, 070004, Өскемен, А.К. Протозанов көшесі, 69,

²«ҚР МШКҚӨ ҰО» РМК филиалы «ВНИИцветмет», Қазақстан, 070002, Өскемен, Промышленная көшесі, 1,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Қара тақтатастардағы мезотермиялық типтегі ірі кен орындарына жатқызылған Бақыршық алтын кен орнының геологиясының, магматизмінің және кенді түзілуінің ерекшеліктері қарастырылады. Кен орны Шығыс Қазақстандағы Батыс Калбада орналасқан. Батыс Калба аумағында белгілі алтын минерализациясының барлық геологиялық және өндірістік түрлері басымдық бойынша үш топқа бөлінеді: біріншісі-қара тақтатастарда таралған алтын-сульфидті венлет (Бақыршық түрі); әрі қарай-алтын-сульфидті-кварцты және веналық вена (Ақжал, Кулуджун, Сенташ және т.б.) және венада таралған сульфидті минерализациясы бар стокворды кен орындары (Баладжал, Джумба және т.б.). Ең перспективалы, бірақ көп жылдық зерттеуге қарамастан, зерттелмеген деңгей Бақыршық кенді аймағымен ұсынылған. Кенді кен орнының аймақтық жағдайы оның субконтинентальды типті каледониялық жертөле палеотроузындағы құрылымдармен шектелуімен анықталады. Мақаланың мақсаты – Бақыршық кенді кенішінің минералдануының пайда болуына құрылымдық позиция мен жасырын енудің әсері арасындағы байланысты анықтау.

Кілт сөздер: магматизм, тектоника, алтын-сульфидті кендер, Батыс Калба, страто-деңгей.

Features of Geological Structure, Magmatism and Ore Formation of Bakyrchik ore Field Deposits

¹MIZERNAYA Marina, Cand. Geol. and Min. Sci., Associate Professor, mizernaya58@bk.ru,

¹DYACHKOV Boris, Dr. Geol. and Min. Sci., Professor, bdyachkov@mail.ru,

²MIROSHNIKOVA Anastasiya, PhD, Senior Researcher, anastasiya-2588@mail.ru,

¹*ZIKIROVA Karina, doctoral student, 96karina@list.ru,

¹YESKALIYEV Yertay, doctoral student, yeskaliev96@mail.ru,

¹D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Kazakhstan, 070004, Oskemen, A.K. Protozanov Street, 69,

²Branch of RSE «NC IPMRM RK» «VNIItsvetmet», Kazakhstan, 070002, Oskemen, Promyshlennaya Street, 1,

*corresponding author.

Abstract. The features of geology, magmatism and ore formation of the Bakyrchik gold deposit, which is referred to large deposits of the mesothermal type in black shale formations, are considered. The deposit is located in Western Kalba in Eastern Kazakhstan. All known geological-industrial types of gold mineralization in the territory of Western Kalba are divided into three groups by priority: first – gold-sulfide vein-embedded in black shale (Bakyrchik type); then – gold-sulfide-quartz vein and vein-embedded (Akzhal, Kulujun, Sentash etc.) and stockwork deposits with vein-embedded sulfide mineralization (Balajal, Jumba etc.). The most promising, but, despite many years of study, understudied level is represented by Bakyrchiksky ore district. The regional position of the ore field is determined by its confinement to structures in paleofaults of Caledonian basement of subcontinental type with intermediate earth crust. The aim of the article is to establish the relationship between the structural position and the impact of a hidden intrusion on the formation of mineralization of the Bakyrchik ore field deposits.

REFERENCES

1. Mizernaya M.A., Miroshnikova A.P., Pyatkova A.P., Akilbaeva A.T. The main geological-industrial types of gold deposits in East Kazakhstan // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu (Ukraine)*, (5), pp. 5-10, 2019.
2. Kuzmin M.I., Yarmolyuk V.V., Kotov A.B. Early evolution of the Earth, beginning of its geological history: how and when granitoid magma appeared. *Litosfera*, 5, pp. 653-371, 2018.
3. Rafailovich M.S. *Geology of Central Asian gold: ore evolution, metasomatic formations, explosive breccia*. Monograph, Almaty, p. 423, 2013.
4. Parilov Yu.S. Genesis of the main types of non-ferrous metals deposits in Kazakhstan (based on the results of studying fluid inclusions). – Almaty. p. 266, 2012.
5. Mizernaya, M.A., Aitbayeva, S.S., Mizerny, A.I., Dyachkov, B.A., Miroshnikova A.P. Geochemical characteristics and metalogeny of Herzin granitoid complexes (Eastern Kazakhstan) *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu (Ukraine)*, (1), 5-10, 2020.
6. Kuzmina O.N., Dyachkov B.A., Vladimirov A.G., Kirillov M.V., Kolpakov V.V., Mizernaya M.A., Mayorova N.P. Gold-sulfide jasperoids of East Kazakhstan // *Special issue of Mineralogical Magazine. Goldschmidt abstracts*, 2013 (in press).
7. Naumov E.A., Kalinin Yu.A., Kovalev K.R., Borisenko A.S. Zolotorudnye mestorozhdeniya Vostochnogo Kazakhstana v uglerodistyyh terrigennyh i terrigenno-karbonatnyh kompleksah i ih geohronologicheskie harakteristiki // *Gigantskie mestorozhdeniya zolota Central'noj Azii. Ukreplenie zolotorudnogo potentsiala Kazakhstana: Materialy mezhdunarodnogo simpoziuma*. – Almaty, 2014. – pp. 123-126.
8. Ermolov P.V. Aktual'nye problemy izotopnoj geologii i metallogenii Kazakhstana: Monografiya. – Karaganda: Izdatel'sko-poligraficheskij centr Kazakhstansko-Rossijskogo universiteta, 2013. – 206 p.
9. Hanchuk A.I., Martynov Yu.A. Tektonika i magmatizm granic skol'zheniya okeanicheskikh i kontinental'nyh litosfernyh plit // *Geologicheskie processy v obstanovkah subdukcii, kollizii i skol'zheniya litosfernyh plit: Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem*. – Vladivostok: Dal'nauka, 2011. – pp. 45-49.
10. D'yachkov B.A., Chernenko Z.I., Majorova N.P., Mizernaya M.A., Kuz'mina O.N. Geologicheskie usloviya formirovaniya i razmeshcheniya zolotorudnyh mestorozhdenij apokarbonatnogo tipa Vostochnogo Kazakhstana. – Ust'-Kamenogorsk: VKGTU, 2011. – 136 p.