ISSN 2224-5278

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР СЕРИЯСЫ

♦

СЕРИЯ ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

♦

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

4 (418)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2016 ж.
ИЮЛЬ – АВГУСТ 2016 г.
JULY – AUGUST 2016

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.
THE JORNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

Ж. М. Әділов

ҚР ҰҒА корр. мүшесі **М. Ш. Өмірсеріков**
(бас редактордың орынбасары)

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бейсенова А.С.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғалиев Г.Х.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қожахметов С.М.**; геол.-мин. ғ. докторы, академик НАН РК **Курскеев А.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., академик НАН РК **Оздоев С.М.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Рақышев Б.Р.**; геол.-мин. ғ. докторы **Рақышев Б.М.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сеитов Н.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүктүков Н.С.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.Р.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сейітмұратова Э.Ю.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәткеева Г.Г.**; техн. ғ. докторы **Абаканов Т.Д.**; геол.-мин. ғ. докторы **Абсаметов М.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Байбатша Ә.Б.**; геол.-мин. ғ. докторы **Беспаев Х.А.**; геол.-мин. ғ. докторы **Нигматова С.А.**; геол.-мин. ғ. докторы, ҚР ҰҒА академигі **Сыдықов Ж.С.**; геол.-мин. ғ. кандидаты, проф. **Жуков Н.М.**; жауапты хатшы **Толубаева З.В.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і:

Әзірбайжан ҰҒА академигі **Алиев Т.** (Әзірбайжан); геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Бакиров А.Б.** (Қырғызстан); Украинаның ҰҒА академигі **Булат А.Ф.** (Украина); Тәжікстан ҰҒА академигі **Ганиев И.Н.** (Тәжікстан); доктор Ph.D., проф. **Грэвис Р.М.** (США); Ресей ҰҒА академигі РАН **Конторович А.Э.** (Ресей); геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Курчавов А.М.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Постолатий В.** (Молдова); жаратылыстану ғ. докторы, проф. **Степанец В.Г.** (Германия); Ph.D. докторы, проф. **Хамфери Дж.Д**. (АҚШ); доктор, проф. **Штейнер М.** (Германия)

Главный редактор

академик НАН РК

Ж. М. Адилов

чл.-корр. НАН РК **М. Ш**. **Омирсериков**
(заместитель главного редактора)

Редакционная коллегия:

доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Бейсенова**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**; доктор геол.-мин. наук, проф., академик НАН РК **Г.Х. Ергалиев**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Кожахметов**; доктор геол.-мин. наук, академик НАН РК **А.К. Курскеев**; доктор геол.-мин. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Оздоев**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Б.Р. Ракишев**; доктор геол.-мин. наук **Б.М. Ракишев**; доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**; член-корреспондент НАН РК **Н. С. Сеитов**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.С. Буктуков**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Р. Медеу**; доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Э.Ю. Сейтмуратова**; докт. техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор техн. наук **Т.Д. Абаканов**; доктор геол.-мин. наук **М.К. Абсаметов**; докт. геол.-мин. наук, проф. **А.Б. Байбатша**; доктор геол.-мин. Наук **Х.А. Беспаев**; доктор геол.-мин. наук **С.А. Нигматова**; доктор геол.-мин. наук, академик НАН РК **Ж.С. Сыдыков**; кандидат геол.-мин. наук, проф. **Н.М. Жуков**; ответственный секретарь **З.В. Толубаева**

Редакционный совет

академик НАН Азербайджанской Республики **Т. Алиев** (Азербайджан); доктор геол.-мин. наук, проф. **А.Б. Бакиров** (Кыргызстан); академик НАН Украины **А.Ф. Булат** (Украина); академик НАН Республики Таджикистан **И.Н. Ганиев** (Таджикистан); доктор Ph.D., проф. **Р.М. Грэвис** (США); академик РАН **А.Э. Конторович** (Россия); доктор геол.-мин. наук **А.М. Курчавов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **В. Постолатий** (Молдова); доктор естественных наук, проф. **В.Г. Степанец** (Германия); доктор Ph.D., проф. **Дж.Д**. **Хамфери** (США); доктор, проф. **М. Штейнер** (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук». ISSN 2224-5278
Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)
Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан **№10892-Ж,** выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год
Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
http://nauka-nanrk.kz /geology-technical.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.
Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

Zh. M. Adilov,

academician of NAS RK

M. Sh. Omirserikov, corr. member of NAS RK
(deputy editor in chief)

E d i t o r i a l b o a r d:

A.S. Beisenova, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **G.Kh. Yergaliev**, dr. geol-min. sc., prof., academician of NAS RK; **S.M. Kozhakhmetov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.K. Kurskeev**, dr.geol-min.sc., academician of NAS RK; **S.M. Ozdoyev**, dr. geol-min. sc., prof., academician of NAS RK; **B.R. Rakishev**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **B.M. Rakishev**, dr. geol-min. sc.; **I.V. Severskiy**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **B.M. Rakishev**, corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.S. Buktukov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.R. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **E.Yu. Seytmuratova**, dr. geol-min. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.D. Abakanov**, dr.eng.sc., academician of KazNANS; **M.K. Absametov**, dr.geol-min.sc., academician of KazNANS; **A.B. Baibatsha**, dr. geol-min. sc., prof.; **Kh.A. Bespayev**, dr.geol-min.sc., academician of IAMR; **S.A.Nigmatova**, dr. geol-min. sc.; **Zh.S. Sydykov**, dr.geol-min.sc., academician of NAS RK; **N.M. Zhukov**, cand.geol-min.sc., prof.; **Z.V.Tolybayeva**, secretary

E d i t o r i a l s t a f f:

T. Aliyev, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **A.B. Bakirov**, dr.geol-min.sc., prof. (Kyrgyzstan); **A.F. Bulat**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.N. Ganiev**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **R.M. Gravis**, Ph.D., prof. (USA); **A.E. Kontorovich**, RAS academician (Russia); **A.M. Kurchavov**, dr.geol-min.sc. (Russia); **V. Postolatiy**, NAS Moldova academician (Moldova); **V.G. Stepanets,** dr.nat.sc., prof. (Germany); **J.D. Hamferi**, Ph.D, prof. (USA); **M. Steiner**, dr., prof. (Germany).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences. ISSN 2224-5278
Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)
The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year
Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 4, Number 418 (2016), 18 – 27

FEATURES OF MINERAL AND ELEMENT COMPOSITION OF POOR ORES OF DEPOSITS AKTOGAY AND BOZSHAKOL

A.A. Antonenko, N.M. Zhukov, L. Ye. Gerzen, T.V. Goikolova

LLP "Institute of geological sciences of K. I. Satpayev", Almaty, Kazakhstan

Key words: copper-por phyry deposits, poor ores, mineral and element composition.

Abstract. On our data the ore of deposits by Actogai groups and Boschekul formed in two hydrothermal stages: early alkaline (silicification, feldspathization, biotitization, chloritization, epidotization, prenitizatsiya) and later acid (silicification, sericitization, chloritization, carbonation). The poor ore of deposits (with a content of copper less than 0.3%) mainly associated with alkaline stage. The investigations have shown that the poor ore of deposits in mineral and elemental composition are substantially different from the ordinary and richer ores of these deposits. If the rich ores the minerals of copper are mainly associated with quartz, the poor ores they are in close intergrowth with prehnite. The pyrite in poor ores spread slightly in comparison with the rich ores. The pyrite in quartz-sericite rocks always forms a thick impregnation, before formation of thick impregnation continuous "pyrite". Their power makes to the first tens of centimeters. The mineralization of lead and zinc isn't characteristic for ores of an alkaline stage. It is the main volume of a poor mineralization. The main amount of gold is also associated with mineralization of Cu and Pb and on the deposits of Bozshakol – group minerals platinum. All these features should be considered in the development of technology for dressing and ore processing.

УДК 549:553.08(574.3,4)

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО И ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА БЕДНЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ АКТОГАЙ И БОЗШАКОЛЬ

А. А. Антоненко, Н. М. Жуков, Л. Е. Герцен Т. В. Гойколова

ТОО «Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева» Алматы, Казахстан

Ключевые слова: медно-порфировые месторождения, бедные руды, минеральный и элементный состав.

Аннотация. По нашим данным руды месторождений Актогайской группы и Бощекуля образовались в две гидротермальные стадии: раннюю щелочную (окварцевание, калишпатизация, биотитизация, хлоритизация, эпидотизация, пренитизация) и более позднюю кислотную (окварцевание, серицитизация, хлоритизация, карбонатизация). Бедные руды месторождений (с содержанием меди менее 0,3%) связаны преимущественно со щелочной стадией. Выполненные исследования показали, что бедные руды месторождений по минеральному и по элементному составу существенно отличаются от рядовых и более богатых руд этих месторождений Если в богатых рудах минералы меди связаны преимущественно с кварцем, то в бедных рудах они находятся в тесном срастании с пренитом. В бедных рудах относительно незначительно по сравнению с

богатыми распространен пирит, который в кварц-серицитовых породах всегда образует густую вкрапленность, до образования прожилков сплошных «колчеданов» мощностью до первых десятков сантиметров. Для руд щелочной стадии, которые и составляют основной объем бедного оруденения, не характерна минерализация свинца и цинка, но с ними связано основное количество золота, а на месторождении Бозшаколь – и минералы группы платины. Все эти особенности, несомненно, должны учитываться при разработке технологии обогащения и переработки руд.

Медно-порфировые месторождения Актогай и Бозшаколь являются основной резервной базой меднорудной промышленности Казахстана. Они обладают значительными ресурсами (в сумме более 10 млн т меди) и простыми горнотехническими условиями их отработки. Однако, значительная часть оруденения представлена бедными рудами с содержанием меди менее 0,3%. Эти бедные

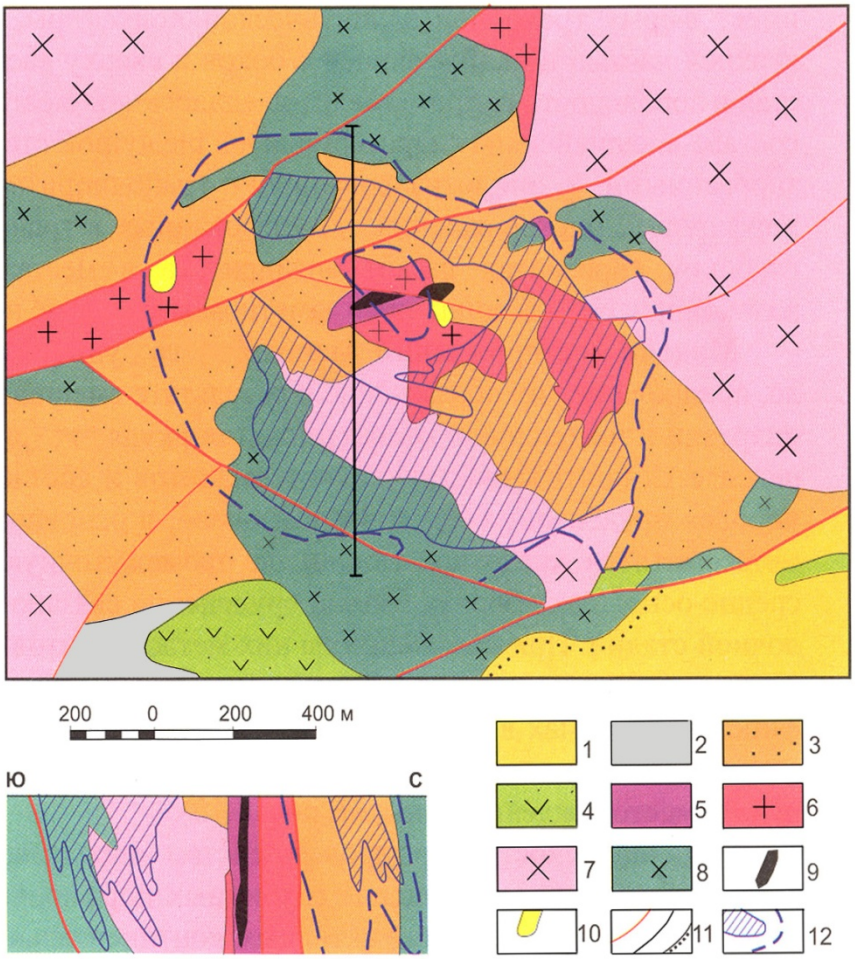


Рисунок 1 – Геологическое строение месторождения Актогай.

1 – песчаники, гравелиты с прослоями туфов липаритов и дацитов колдарской свиты; 2 – туфы дацитов и андезит-дацитов керегетасской свиты; 3 – роговики и ороговикованные порфириты и туфы керегетасской свиты; 4 – штоко- и дайкообразные тела андезит-дацитовых порфиритов; 5–8 – породы колдарской интрузии: 5 – гранодиорит-порфиры с фельзитовой и микропойкилитовой основной массой, 6 – порфировидные граниты и гранодиориты с аплитовой основной массой, 7 – равномернокристаллические гранодиориты, 8 – диориты, габбро-диориты; 9 – тела брекчий на турмалинизированном цементе; 10 – кварцевые тела; 11 – контакты тектонические, интрузивные и несогласные; 12 – границы рудных тел и рассеянной рудной минерализации.

Figure 1 – Geological structure of the Aktogai deposit.

1 – sandstones, gritstones with bands of tuffs liparite and dacite of koldarsky suite; 2 – tuffs of dacite and andesite-dacites of keregetassky suite; 3 – hornstons and orohornstons porphyrites and tuffs of keregetassky suite; 4 – stock- and dike body of andesite-dacites porphyrites; 5–8 – rocks of the koldarsky intrusion: 5 – granodiorite-porphyrites with felsites and micropoikilitic ground mass, 6 – porfirovidny granites and granodiorita with aplite ground mass, 7 – evenly crystal granodiorites, 8 – diorite, gabbro-diorites, 9 – breccias body on the cement tourmalinization; 10 – quartz bodies; 11 – the contact are tectonic, intrusive and discordant; 12 – the boundaries of the ore bodies and dispersed ore mineralization.

руды имеют свои минералогические и геохимические особенности, отличающие их как от рядовых и богатых руд этих месторождений, так и от руд других месторождений меди, разрабатывавшихся в Казахстане ранее. Характеристике этих особенностей, изученных нами методом детального объемного минералого-петрографического и геохимического картирования при разведке месторождений, и посвящена настоящая статья. Геология этих месторождений освещена в многочисленных публикациях [1-6 и др.] и здесь мы на ней не останавливаемся, только приводим для ориентировки геологические схемы (рисунки 1, 3).

По нашим данным руды месторождений Актогайской группы и Бозшаколя образовались в две гидротермальные стадии: раннюю щелочную (окварцевание, калишпатизация, биотитизация, хлоритизация, эпидотизация, пренитизация) и более позднюю кислотную (окварцевание, серицитизация, хлоритизация, карбонатизация). Основная часть рудного вещества месторождений связана

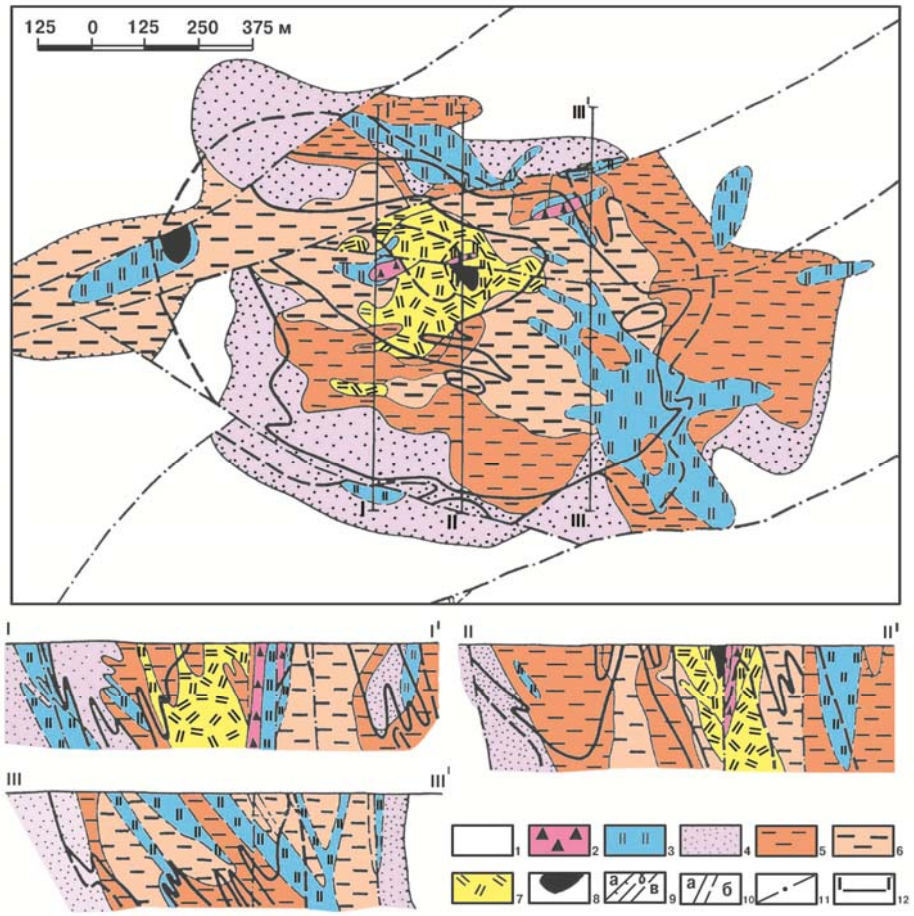


Рисунок 2 – Положение рудного тела месторождения Актогай в колонне метасоматитов.

1 – околорудно-неизмененные породы; 2 – брекчии на турмалинизированном цементе; 3 – гидротермалиты кислотной стадии: кварц-серицитовые метасоматиты, частично серицитизированные и хлоритизированные породы; 4–8 – гидротермалиты щелочной стадии: 4 – биотитизированные и альбитизированные породы, 5 – биотитизированные и калишпатизированные породы, 6 – умеренно калишпатизированные породы, 7 – интенсивно калишпатизированные и окварцованные породы, 8 – кварцевые тела; 9 – границы гидротермалитов: а – внешняя граница гидротермалитов щелочной стадии, б – граница между гидротермалитами щелочной стадии, в – внешняя граница гидротермалитов кислотной стадии; 10 – граница руд (а) и рассеянной рудной минерализации (б); 11 – тектонические нарушения; 12 – линии разрезов.

Figure 2 – The position of the ore body of Aktogai deposit in column of metasomatites.

1 – near-ore – not changed rocks; 2 – breccias on the cement tourmalinization; 3 – hydrotermalits of an acid stage: quartz-sericite metasomatites, partially sericitisation and choliritisation rocks; 4–8 – hydrotermalits of an alkaline stage: 4 – biotitize and albitization rocks, 5 – biotitize and potassic feldspar rocks; 6 – moderately potassic feldspar rocks, 7 – intensively potassic feldspar and quartzitic rocks, 8 – quartziferous bodies; 9 – the border of hydrotermalits: a – outer boundary of hydrotermalits of alkaline stage, b – boundary between hydrotermalits of alkaline stage, v – outer boundary of hydrotermalits an acid stage; 10 – boundary of ores (a) and scattered mineralization (b); 11 – tectonic dislocations; 12 – lines of sections.

со щелочной стадией, именно ее развитие определило размеры и форму рудных тел. Однако, руды этой стадии преимущественно бедные, содержание меди в них редко превышает 0,3%.

Более богатое оруденение образуется при наложении на руды щелочной стадии метасоматитов кислотной стадии, в которую происходит как концентрированное переотложение руд первой стадии, так и привнос нового рудного вещества. Поэтому бедное оруденение месторождений приурочено к тем участкам, где не проявлены гидротермалиты кислотной стадии, это западный фланг месторождения Актогай и Восточный участок и северное обрамление Центрального участка месторождения Бозшаколь (рисунки 2, 4). Минеральный и элементный состав этого оруденения, естественно, полностью определен гидотермалитами щелочной стадии.

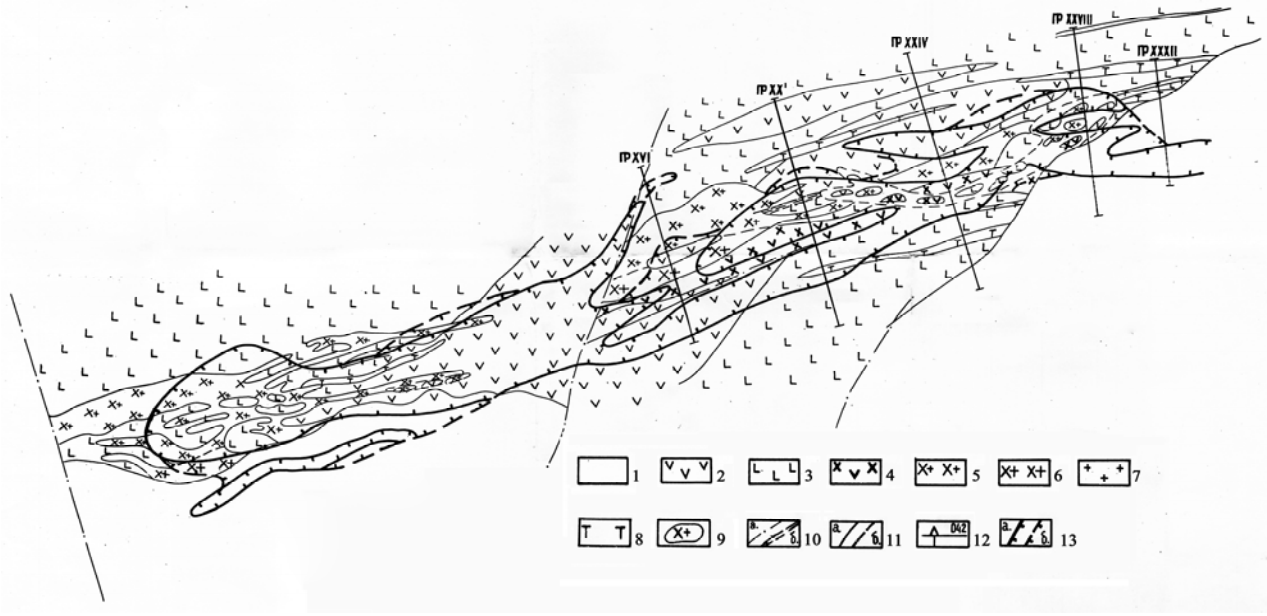


Рисунок 3– Схема геологического строения месторождения Бозшаколь.

1 – послекембрийские образования: ордовикские и современные отложения, кора выветривания; 2 – вулканиты преимущественно среднего состава; 3 – вулканиты преимущественно основного состава; 4 – гранодиорит-порфиры, диорит-порфириты с криптовой основной массой; 5 – граниодиорит-порфиры с аплитовой основной массой; 6 – равномернокристаллические и порфировидные гранодиориты; 7 – аплиты; 8 – диабазы, долериты, иногда диориты; 9 – крупноглыбовые брекчии; 10 – тектонические нарушения (а), зона рассланцевания пород (б); 11 – литологические (а) и условные (б) контакты; 12 – скважины и их номера; 13 – контуры рудных тел (а) и рассеянной рудной минерализации (б).

Figure 3 – Geological scheme of Bozshakol deposit.

1 – after the Cambrian formation: Ordovician and modern sediments, crust of weathering; 2 – volcanites of mainly intermediate composition; 3 – volcanites of mainly of basic composition; 4 – granodiorite-porphyres, diorite-porphyrites with kryptogene basic composition; 5 – granodiorite-porphyres with aplitic basic composition; 6 – evenly crystal and porphyraceous granodiorites; 7 – aplites; 8 – diabases, dolerites, sometimes diorites; 9 – largely clumpy breccias; 10 – tectonic dislocations (a), zone rasschistosity of rock (b); 11 – lithological (a) and condition(b) contacts; 12 – wells and their numbers; 13 – the contours of ore bodies (a) and scattered mineralization.

На рассматриваемых месторождениях гидротермалиты щелочной стадии и связанное с ними оруденение обладают четко выраженной зональностью, химически выраженной в уменьшении содержания железа как в рудных минералах, так и в метасоматитах по направлению от периферии колонки к ее центру. В этом же направлении в метасоматитах уменьшается содержание магния, кальция и натрия и возрастает количество кремния. Рудная минерализация приурочена к промежуточным зонам колонки, в центральной и периферийной частях ее отмечаются только редкие вкрапленность и прожилки рудных минералов и содержание меди не превышает 0,1%. Другая общая особенность оруденения щелочной стадии – тесные срастания минералов меди, преимущественно халькопирита, с пренитом (рисунок 5), за пределами прожилков и гнезд которого они встречаются редко. Другие рудные минералы с пренитом не связаны.

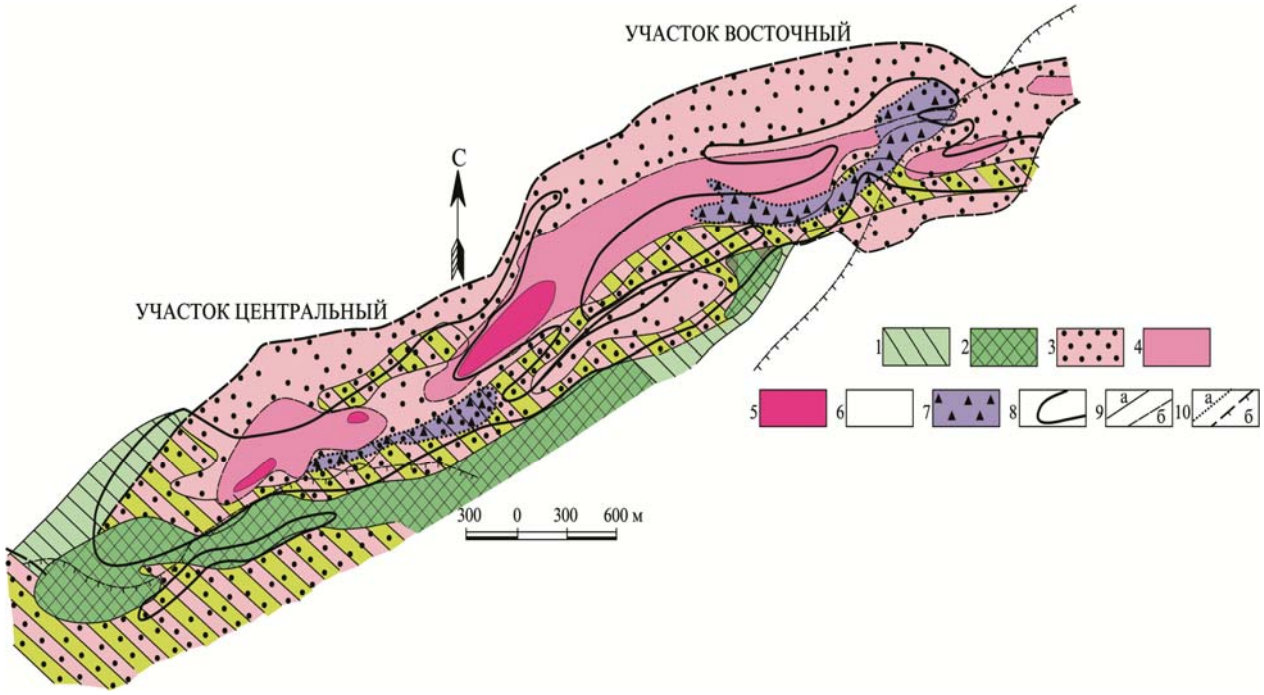


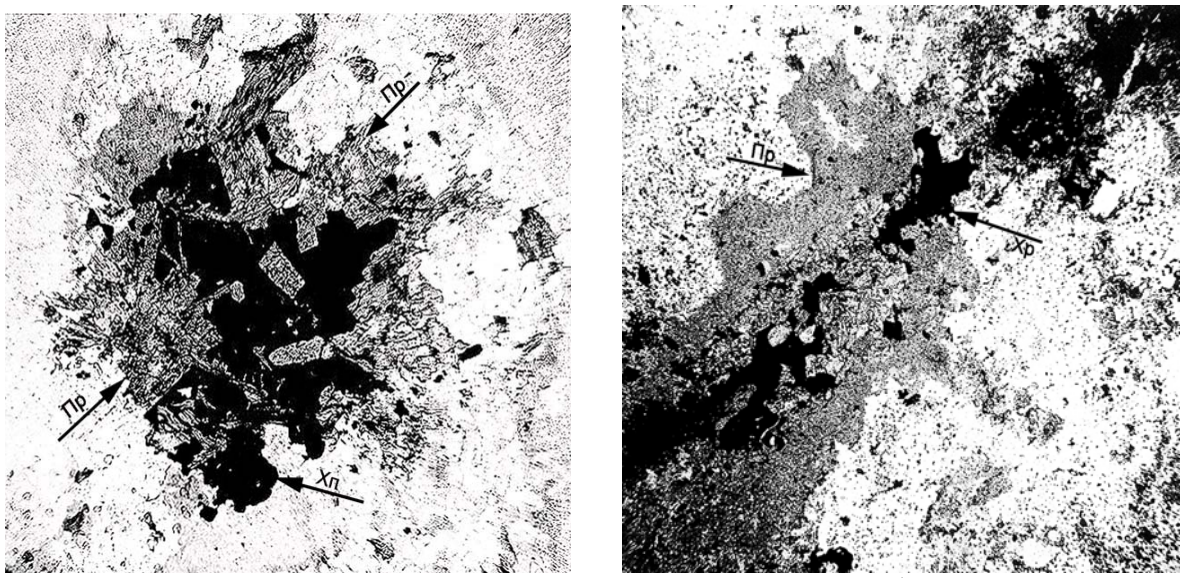
Рисунок 4 – Положение рудных тел месторождения Бозшаколь в колонне метасоматитов.

1, 2 – гидротермалиты кислотной стадии: 1 – хлоритизированные и серицитизированные породы, 2 – кварц-серицитовые метасоматиты; 3–5 – гидротермалиты щелочной стадии: 3 – биотитизированные породы, 4 – калишпатизированные породы, 5 – кварцевый штокверк (кварцевое ядро); 6 – гидротермально неизмененные породы; 7 – крупноглыбовые брекчии; 8 – контур рудных тел; 9 – границы метасоматитов кислотной (а) и щелочной (б) стадий; 10 – границы крупноглыбовых брекчий (а) и послекембрийских образований (б).

Figure 4 – The position of the ore body of Bozshakol deposit in column of metasomatites.

1, 2 – hydrotermalits of an acid stage: 1 – choliritisation and sericitisation rocks, 2 – quartz-sericite metasomatites; 3–5 – biotitize rocks, 4 – potassic feldspar rocks, 5 – quartziferous stockwork (atomic of quart); 6 – hydrotermally not changed rocks; 7 – largely clumpy breccias; 8 – contour of ore bodies; 9 – the border of metasomatites an acid (a) and of an alkaline (b) stages; 10 – boundary of largely clumpy breccias (a) and after the Cambrian formations (b).

На месторождении Актогай внешняя зона гидротермалитов щелочной стадии представлена биотитизированными породами. Биотитизация хорошо проявлена в роговиках и диоритах и слабо выражена в гранодиоритах. На месторождении Айдарлы, полностью локализованном в гранитоидах, внешняя зона гидротермалитов щелочной стадии сложена хлоритизированными и эпидотизированными породами с частыми псевдоморфозами хлорита по биотиту. Во внутренних зонах гидротермалитов проявлены окварцевание и калишпатизация, интенсивность которых постепенно увеличивается к центру колонки с возрастанием их соотношения в пользу кварца. В этом же направлении сгущается штокверк кварц-калишпатовых прожилков, образующих в центре колонки почти моно-кварцевое ядро. В промежуточных зонах по направлению к центру колонки происходит постепенное вытеснение биотита, хлорита и эпидота кварцем и калиевым полевым шпатом. Рудная минерализация промежуточных зон представлена преимущественно халькопиритом в сростках с пренитом (рисунок 5). Они образуют как самостоятельные прожилки и гнезда, так и вкрапленность, приуроченную к зальбандам кварц-калишпатовых прожилков. Пирит и реликтовый магнетит распространены за пределами выделений пренита и обычно связаны с темноцветными компонентами породы. Во внешней биотитовой или хлорит-эпидотовой зоне рудная минерализация представлена редкой вкрапленностью магнетита и пирита. Встречаются редкие пренит-халькопиритовые прожилки и гнезда. Во внутренних кварц-калишпатовой и калишпат-кварцевой зонах рудные минералы представлены борнитом, реже халькопиритом и халькозином, также связанными с пренитом и кварц-калишпатовыми прожилками. В общем виде зональность гидротермалитов щелочной стадии, вмещающих бедные руды месторождений Актогайской группы, отображена в таблице 1.



а *б*

Рисунок 5 – Гнездо (*а*) и прожилок (*б*) пренит-халькопиритовой рудной ассоциации. Пр – пренит, Хп – халькопирит. Месторождение Актогай, прозрачные шлифы, без анализатора, увеличение 100 (*а*) и 50 (*б*)

Figure 5 – Nest (*a*) and fine vein (*b*) of prehnite-chalcopirite ore association. Pr – prehnite, Ch – chalcopyrite. The Aktogai deposit, microsections, without analyzer, magnification 100 (*a*) and 50 (*b*)

Таблица 1 – Зональность гидротермалитов (метасоматитов и руд) щелочной стадии месторождения Актогай

Table 1 – The zonality of hydrotermalits (metasomatites and ore) an alkaline stages of Aktogai deposit

№ зон (по мере увеличения степени изменения)	0	1	2	3	4	5	6
Наименование зон	Исходные породы	Биотитовая	Биотит-кварц-альбитовая	Биотит-калишпатовая	Калишпатовая	Кварц-калишпатовая	Кварцевая
Определяющие новообразованные минералы		Биотит, хлорит	Биотит, кварц, альбит	Калишпат-биотит	Калишпат, кварц	Кварц, калишпат	Кварц
Второстепенные (по количеству) новообразованные минералы		Кварц, магнетит, сфен, пирит, пренит, халькопирит	Хлорит, пирит, пренит, халькопирит, сфен, магнетит, апатит	Кварц, хлорит, пренит, альбит, халькопирит, апатит, сфен, магнетит	Хлорит, биотит, пренит, халькопирит, пирит, апатит, магнетит, сфен	Хлорит, биотит, апатит, пренит, халькопирит, борнит, пирит, магнетит, халькозин, сфен	Калишпат

В рудах щелочной стадии выделяется четыре парагенетические ассоциации (минералог Л. Е. Герцен): биотит-магнетитовая, альбит-кварц-халькопирит-пирротин-пиритовая, пренит-кварц-калишпат-борнит-молибденит-халькопиритовая и сидерит-марказит-пиритовая. Полный список рудных минералов щелочной стадии приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Рудные минералы руд щелочной стадии месторождения Актогай

Tablet 2 – Ore minerals of alkaline stages of Aktogai deposit

Главные	Второстепенные	Редкие и очень редкие
Халькопирит, пирит, молибденит	Магнетит, мартит, сфен, рутил, борнит, халькозин, пирротин, марказит	Гематит, мушкетовит, дигенит, ковеллин, кубанит, пентландит, маккинавит, блеклая руда, самородное золото, самородное серебро, электрум, самородный палладий?, карролит, смальтин, саффлорит

Биотит-магнетитовая парагенетическая ассоциация развита в биотитовой и биотит-кварц-альбитовой зонах. Здесь наряду с акцессорным магнетитом исходных пород распространены срастания тонкокристаллического (0,001–0,004 мм) магнетита с биотитом и сфен-рутиловым или лейкоксеновым агрегатом, образующие псевдоморфозы по темноцветным минералам исходных пород. Изредка встречаются биотит-хлорит-кварцевые прожилки с тонкой (до 0,004 мм) вкрапленностью магнетита и редкими более крупными (до 0,1 мм) зернами его. Отдельные зерна магнетита имеют удлиненно-призматическую форму и иногда в центральной части своей включают гематит, что свидетельствует в пользу их образований за счет мушковитизации последнего. До максимально разведанных глубин встречаются маггемитизированные и мартитизированные зерна магнетита. Реликты этой ассоциации встречаются в других переходных зонах колонки.

Альбит-кварц-халькопирит-пирротин-пиритовая ассоциация наиболее характерна для биотит-кварц-альбитовой зоны, но присутствует также в других зонах колонки за исключением центральных. Основным рудным минералом ассоциации является пирит, развитый в виде вкрапленности и прожилков обычно в связи с кварцем или темноцветными минералами породы. Для него характерны микровключения пирротина и пирротин-халькопиритовых сростков. Значительно реже встречаются микровключения магнгетит-пирротин-халькопиритового, кубанит-халькопиритового, пентландит-пирротин-халькопиритового и макиновит-халькопиритового состава. В единичных случаях в пирите наблюдались микровключения сростков самородного золота с нерудным минералом и самородного палладия(?) с рутилом. Размер зерен пирита от 0,004 до 2–3 мм.

По данным химического анализа 5 проб концентрата пирита в нем помимо железа и серы содержится медь (0,18–0,60%, среднее – 0,39%), молибден (10–120 г/т, ср. 46 г/т), кобальт (20–620 г/т, ср. 252 г/т), никель (90–170 г/т, ср. 114 г/т), селен (43–73 г/т, ср. 58 г//т), теллур (0–20 г/т, ср. 7 г/т), серебро (1,4–4,0 г/т, ср. 2,7 г/т) и рений (0,047–0,36 г/т, ср. 0,153 г/т). Довольно высокие содержания в пирите меди, кобальта и никеля объясняются присутствием в нем перечисленных выше микровключений.

Пренит-кварц-калишпат-борнит-молибденит-халькопиритовая парагенетическая ассоциация является основной составляющей бедных руд Актогайской группы месторождений. Она распространена, в основном, в промежуточных биотит-калишпатовой и калишпатовой зонах колонки, но редкие проявления ее распространены также во внешних и внутренних зонах. Халькопирит находится в тесном срастании с пренитом. Пренит-халькопиритовые гнезда и прожилки, в которых халькопирит всегда приурочен к центральной части, макроскопически воспринимаются как мономинеральные халькопиритовые. Изредка в них встречаются зерна пирита, как правило, в ассоциации с эпидотом. Во внутренних зонах с халькопиритом ассоциирует борнит, реже халькозин, гипогенные дигенит и ковеллин. В халькопирите встречаются включения самородного золота, самородного серебра, карролита, виттихинита. Полуколичественным спектральным анализом в халькопирите установлена примесь (г/т): свинца (70–100), цинка (100–300), олова (7–30), висмута (5–15), молибдена (5–7), кобальта (450–500), никеля (15–35) и серебра (15–100).

Менее четко выражена связь с пренитом молибденита. Обычно он встречается в виде тонкой редкой вкрапленности, но нередко присутствует в кварц-калишпатовых с пренитом и халькопиритом прожилках, располагаясь в их периферической части между кварцевой сердцевиной и калишпатовой оторочкой. Иногда он находится в центральной части их в срастании с халькопиритом и пренитом. В таких случаях халькопирит заполняет интерстиции между чешуйками молибденита или развивается по плоскостям спайности его. По данным количественного спектрального анализа 6 проб молибденита содержание рения в нем составляет 330–1000 г/т (ср. 747 г/т).

Сидерит-марказит-пиритовая парагенетическая ассоциация на месторождении проявлена незначительно и на качество руд заметного влияния не оказала. Она проявилась на поздних стадиях гидротермального процесса и выразилась в изредка встречающейся дисульфидизации халькопирита, т.е. замещении его марказитом или пиритом, связанным с выносом меди.

Выполненные исследования показали, что бедные руды Актогайской группы месторождений по минеральному и по элементному составу существенно отличаются от рядовых и более богатых руд этих месторождений. Если в богатых рудах минералы меди связаны преимущественно с кварцем, то в бедных рудах они находятся в тесном срастании с пренитом. В бедных рудах относительно незначительно по сравнению с богатыми распространен пирит, который в кварц-серици-

товых породах всегда образует густую вкрапленность, до образования прожилков сплошных «колчеданов» мощностью до первых десятков сантиметров. Для руд щелочной стадии, которые и составляют основной объем бедного оруденения, не характерна минерализация свинца и цинка, но с ними связано основное количество золота. Все эти особенности, несомненно, должны учитываться при разработке технологии обогащения и переработки руд.

Зональность метасоматитов и оруденения щелочной стадии месторождения Бозшаколь, с которыми связаны бедные руды Восточного участка и северного обрамления Центрального участка, с незначительными отличиями аналогична таковой месторождения Актогай. Отличия заключаются в более широком распространении хлорита, магнетита и апатита, что обусловлено более основным составом вмещающих пород, и в невыявленности кварцевого ядра. В общем виде зональность гидротермалитов (метасоматитов и руд) месторождения дана в таблице 3.

Таблица 3 – Зональность гидротермалитов щелочной стадии месторождения Бозшаколь

Table 3 – The zonality of hydrotermalits an alkaline stages of Bozshakol deposit

№ зон	Наименование зон	Основные новообразованные жильные минералы	Основные новообразованные рудные минералы	Характер развития новообразований
1	Слабой биотитизации	Биотит, хлорит, эпидот, пренит, кварц	Пирит, магнетит, халькопирит	Биотит – по границе обломков туфов и брекчий, редкие чешуйки по амфиболу основной массы эффузивов; редкие хлоритовые прожилки с эпидотом и пиритом; редкие гнезда пренита с халькопиритом; цепочки зерен магнетита с биотитом
2	Умеренной и интенсивной биотитизации	Биотит, хлорит, кварц, апатит, пренит, эпидот	Магнетит, халькопирит, пирит	Замещение биотитом всех минералов исходных пород, кроме кварца; биотит-магнетитовые, кварц-биотит-магнетитовые прожилки с апатитом; халькопирит в хлорит-пренитовых, а пирит в хлорит-эпидотовых прожилках и гнездах
3	Слабой калишпатизации	Биотит, хлорит, калишпат, кварц, пренит, апатит, эпидот	Халькопирит, магнетит, пирит, молибденит	Калишпатовые и кварц-калишпатовые прожилки с халькопиритом, пиритом, магнетитом и апатитом в биотитизированных породах; хлорит по биотиту в зальбандах этих прожилков, самостоятельные прожилки и гнезда его; пренит с халькопиритом во всех прожилках и гнездах; пирит с эпидотом
4	Умеренной и интенсивной калишпатизации	Хлорит, биотит, калишпат, кварц, пренит	Халькопирит, пирит, молибденит	Калишпатовые и кварц-калишпатовые прожилки с хлоритом, пренитом, халькопиритом, молибденитом, пиритом; пренит-халькопиритовые прожилки и гнезда с хлоритом; хлорит по биотиту; основная масса гранодиорит-порфиров превращена в гранобластовый кварц-калишпатовый агрегат.
5	Калишпат-кварцевый штокверк	Кварц, биотит, хлорит, калишпат, пренит	Халькопирит, молибденит, пирит	Кварцевые прожилки с калишпатом в зальбандах или без него; хлорит и пренит с сульфидами преимущественно в зальбандах прожилков; гранитоиды превращены в гранобластовый калишпат-кварцевый агрегат; биотит в значительной мере замещен хлоритом

Форма рудных тел месторождения Бозшаколь определена развитием и зональностью гидротермалитов щелочной стадии. Только на Центральном участке, в основном в его южной части, заметную роль в распределении оруденения сыграл кислотный метасоматизм, который и обусловил образование здесь более богатого оруденения. Оруденение щелочной стадии приурочено в основном к 3-ей и 4-ой зонам колонки. Во второй зоне отмечается только рассеянная магнетит-халькопиритовая минерализация. Первая зона безрудная. В ней отмечается только бедная вкрапленность рудных минералов, преимущественно пирита. Очень редко встречаются мелкие пренит-халькопиритовые гнезда и тонкие прожилки, с магнетитом или без него. Гидротермалиты 5-ой зоны также безрудны, но в них постоянно присутствует вкрапленность халькопирита, молибденита, реже

пирита. Оруденение 4-ой зоны халькопиритовое с незначительной примесью пирита. В 3-ей зоне оно магнетит-халькопиритовое во внешней, примыкающей ко 2-ой зоне части и халькопиритовое во внутренней части. Во всех зонах халькопирит связан преимущественно с пренитом, находясь с ним в тесном срастании.

В рудах щелочной стадии месторождения Бозшаколь выделено четыре парагенетические минеральные ассоциации: кварц-апатит-биотит-магнетитовая, кварц-хлорит-пиритовая, кварц-калишпат-пренит-халькопиритовая и кварц-молибденит-халькопиритовая (минералог Л. Е. Герцен). Список рудных минералов этой стадии приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Рудные минералы руд щелочной стадии месторождения Бозшаколь

Table 4 – Ore minerals of alkaline stages of Bozshakol deposit

Главные минералы	Второстепенные минералы	Редкие и очень редкие минералы
Халькопирит, магнетит, пирит, молибденит	Золото самородное, марказит, пирротин, борнит, карролит, гессит, мартит, гематит, маггемит	Грейгит, макиновит, талнахит, кубанит, пентландит, линнеит, каттьерит, котульскит, меренскит

Распространение парагенетических ассоциаций подчинено зональности гидротермалитов. Кварц-хлорит-пиритовая и кварц-апатит-биотит-магнетитовая ассоциации распространены во внешних зонах колонки, а кварц-молибденит-халькопиритовая – в центральной зоне. Основная рудная кварц-калишпат-пренит-халькопиритовая ассоциация распространена в основном в промежуточных 3-ей и 4-ой зонах, но отдельные ее проявления встречаются и в других зонах.

Из таблицы 4 видно, что в рудах щелочной стадии кроме минералов меди, железа и молибдена встречаются самородное золото, минералы платины, кобальта и никеля. Не обнаружены здесь минералы свинца, цинка, висмута и серебра, характерные для руд кислотной стадии. Минералы платины, никеля и кобальта находятся в виде микроключений в пирите. Кобальт иногда входит в кристаллическую решетку пирита, образуя кобальтовый пирит, содержание кобальта в котором достигает 2,5–3,1 масс процента. Самородное золото встречается в виде включений в пирите, халькопирите и сопровождающих их жильных минералах.

Спектральным анализом в основных рудных минералах устанавливаются примеси. В магнетите (4 пробы) присутствуют (в г/т): медь – 300–3000 (среднее 1450), свинец – 0–20 (7,5), цинк – 59–300 (123), никель – 5–150 (48), кобальт – 5–15 (11), серебро – 0,2–0,5 (0,4), титан – 30–300 (233) и марганец – 39–1000 (333).

Пирит кварц-хлорит-пиритовой ассоциации (26 проб) содержит (в г/т): медь – 100–10000 (2500), свинец – 5–200 (55), цинк – 0–600 (54), никель – 5–400 (130), кобальт - 10–2000 (380), золото – 0–20 (1,3), серебро – 1–50 (8). Повышенные содержания в пирите меди и кобальта объясняются присутствием в нем микровключений соответствующих минералов. Золото установлено в 2 пробах из 26 (15 и 20 г/т) и также обусловлено включениями самородного золота.

Пирит кварц-молибденит-халькопиритовой ассоциации (10 проб) содержит (в г/т): меди – 200–10 000 (4220), синца – 5–600 (198), цинка – 0–500 (160), никеля – сл.–2000 (512), кобальта – сл.–1000 (400), молибдена – 0–500 (108), золото – 0–200 (21,5), серебро – 0–20 (6,6). По сравнению с пиритом кварц-хлорит-пиритовой ассоциации в нем увеличивается содержание меди, свинца, цинка и никеля. Появление примеси молибдена, по-видимому, объясняется механической примесью в пробе молибденита. Золото присутствует в двух пробах (15 и 200 г/т).

По данным пробирно-спектрального, микрохимического и количественного спектрального анализов в пирите первой ассоциации устанавливается примесь платины до 0, 034 г/т (среднее из 12 проб 0,007 г/т) и палладия до 0,50 г/т (среднее из 16 проб 0,092 г/т). Во всех проанализированных пробах присутствует золото (1,25 г/т по 11 пробам) и серебро (5,10 г/т по 15 пробам). В пирите второй ассоциации платина во всех 11 проанализированных пробах отсутствует. Содержание палладия не превышает 0,110 г/т (среднее по 13 пробам 0,070 г/т). Золото и серебро присутствуют во всех проанализированных пробах. Среднее содержание золота по 17 пробам составляет 4,60 г/т, а серебра по 13 пробам – 4,10 г/т.

Халькопирит кварц-калишпат-пренит-халькопиритовой ассоциации по данным спектрального анализа 19 проб содержит (г/т): свинца – 15–500 (среднее 91), цинка – 0–300 (120), никеля – 0–150 (40), кобальта – 0–300 (80), молибдена – 0–150 (19), олова – 0–15 (5), золота – 0–100 (8,5) и серебра – 0,7–70 (17). Золото обнаружено только в 5 пробах, серебро – во всех. Для сравнения: халькопирит кислотной стадии в среднем (из 10 проб) содержит (г/т): свинца – 1262, цинка – 4200, олова – 29,7 и серебра – 74,2. Содержание остальных элементов примерно соответствует таковому в халькопирите щелочной стадии.

Содержание рения в молибдените кварц-калишпат-пренит-халькопиритовой ассоциации по данным анализа 16 проб составляет 600–1400 г/т (в среднем 787 г/т), а в молибдените кварц-молибденит-халькопиритовой ассоциации (10 проб) – 500–1700 г/т (1165 г/т). Помимо рения в молибдените в заметном количестве содержатся селен (в среднем по ассоциациям 315 и 305,6 г/т) и серебро (19,2 и 28,7 г/т).

Таким образом, бедные руды месторождения Бозшаколь обладают теми же особенностями, что и бедные руды месторождения Актогай, и отличаются от рядовых и более богатых руд по тем же признакам. Как и на месторождении Актогай, медные минералы бедных руд находятся, в основном, в тесном срастании с пренитом, причем в значительной части в виде тонкой вкрапленности в нем, что, несомненно, должно учитываться при обогащении руд. В отличие от месторождения Актогай бедные руды Бозшаколя обогащены магнетитом, особенно во внешних зонах. По сравнению с рядовыми и богатыми рудами бедные руды содержат значительно меньшее по отношению к меди количество пирита. В них практически отсутствует свинцовая и цинковая минерализация. Обращает на себя внимание тот факт, что минералы платины и палладия установлены только в рудах щелочной стадии, которые относятся, в основном, к классу бедных руд.

Установленные особенности бедных руд месторождений Актогайской группы и Бозшаколя могут оказывать существенное влияние на технологию их обогащения. Особое внимание следует обратить на тесное и тонкое срастание минералов меди с пренитом, не встречавшееся на разрабатывавшихся ранее медных месторождениях Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд меди. – Алма-Ата, 1978. – 192 с.

[2] Бекжанов Г.Р. Глубинные структуры и медно-порфировое оруденение Джунгаро-Балхашской складчатой системы. – Алма-Ата, 1984. – 232 с.

[3] Медно-порфировые месторождения. Балхашский сегмент. – Алма-Ата, 1986. – 200 с.

[4] Жуков Н.М. Инфильтрационный метасоматизм и природные колоны гидротермалитов. – Алма-Ата, 1991. – 216 с.

[5] Месторождения меди Казахстан. – Алматы, 1996. – 155 с.

[6] Берикболов Б.Р. Меднорудные формации Казахстана. – Алматы, 1999. – 196 с.

REFERENCES

[1] Metallogenija Kazahstana. Rudnye formacii. Mestorozhdenija rud medi. Alma-Ata, 1978. 192 p.

[2] Bekzhanov G.R. Glubinnye struktury i medno-porfirovoe orudenenie Dzhungaro-Balhashskoj skladchatoj sistemy. Alma-Ata, 1984. 232 p.

[3] Medno-porfirovye mestorozhdenija. Balhashskij segment. Alma-Ata, 1986. 200 p.

[4] Zhukov N.M. Infil'tracionnyj metasomatizm i prirodnye kolony gidrotermalitov. Alma-Ata, 1991. 216 p.

[5] Mestorozhdenija medi Kazahstan. Almaty, 1996. 155 p.

[6] Berikbolov B.R. Mednorudnye formacii Kazahstana. Almaty, 1999. 196 p.

АҚТОҒАЙ ЖӘНЕ БОЗШАКӨЛ КЕНОРНЫНЫҢ КЕНЕУСІЗ КЕНДЕРІНІҢ МИНЕРАЛДЫ ЖӘНЕ ЭЛЕМЕНТТІ ҚҰРАМЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

А. А. Антоненко, Н. М. Жуков, Л. Е. Герцен, Т. В. Гойколова

«Қ. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан

Түйін сөздер: мыс-порфирлы кенорны, кенеусіз кендер, минералды және элементарлы құрам.

Аннотация. Біздің деректеріміз бойынша Ақтоғай тобы мен Бозшакөл кендерінің рудалары екі гидротермалды кезеңде қалыптасқан: ерте сілтілі (кварцсыздану, калишпаттану, биоттану, хлориттану, эпидоттану, прениттану) және тым ерте қышқылды (кварцсыздану, сериттену, хлориттену, карбониттену) кенеусіз кенді кенорындары (мыс құрамы 0,3%-тен төмен) сілтілі кезеңімен байланысты. Орындалған зерттеулер кенеусіз кендер кенорындарының минералды және элементті құрамы бойынша осы кенорындарының қатардағы және тым бай рудаларынан айырмашылығы бар.

Поступила 31.05.2016 г.

Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see http://www.elsevier.com/publishingethics and http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see http://www.elsevier.com/postingpolicy), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service http://www.elsevier.com/editors/plagdetect.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www:nauka-nanrk.kz

http://geolog-technical.kz/index.php/kz/

Верстка *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 15.07.2016.
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
7,5 п.л. Тираж 300. Заказ 4.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко 28, т. 272-13-19, 272-13-18