

УДК 553.3/4

**ОСОБЕННОСТИ ХИМИЗМА КОЛЧЕДАНЫХ РУД
ФИЛИЗЧАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ****Н.А.НОВРУЗОВ*, Н.А.САТТАР-ЗАДЕ*******Институт геологии и геофизики НАНА
nnovruz@rambler.ru******Бакинский Государственный Университет
nigar-23@mail.ru**

Установлено, что общие черты химизма текстурно-минералогических типов сплошных колчеданных руд (колчеданно-полиметаллический, серноколчеданный, медно-пирротиновый) Филизчайского месторождения наглядно отображается при сопоставлении расчетных коэффициентов накопления элементов – промышленно-ценных компонентов (Cu, Pb, Zn), редких элементов (Gd, In, Tl, Ga, Ge, Se, Te, Bi), благородных металлов (Au, Ag) и прочих сопутствующих (Co, Ni, Hg, Sb, As, Sn, Mo).

Ключевые слова: химизм, колчеданные руды, Филизчайское месторождение

Полигенно-полихронные медно-колчеданно-полиметаллические месторождения Южного склона Большого Кавказа, сосредоточенные в нижне-среднеюрских песчано-глинистых отложениях, в целом характеризуются довольно богатым минеральным составом и широким геохимическим спектром. Руды рассматриваемых стратиформных колчеданных месторождений, именуемых в геологической литературе как филизчайский тип, соединяют в себе черты уральского, кипрского, куроко и бесси типов. С первыми двумя типами их сближает высокое содержание железа и повышенные концентрации некоторых сидерофильных элементов (Co, Ni, Mn) в пирите, с рудами куроко – близость соотношений основных компонентов (Zn, Pb, Cu) и содержаний халькофильных элементов-примесей (Sb, As, Bi, Sn) в пирите и в рудах в целом, а также широкое развитие в последних сульфосолей свинца, меди, серебра и висмута, а с рудами бесси – сходство главных рудосоставляющих минералов и уровней концентраций благородных металлов (Au, Ag).

В геологическом строении Филизчайского колчеданно-полиметал-

лического месторождения, являющегося наиболее крупным в регионе, принимают участие терригенные отложения верхнего плинсбаха и тоара нижней юры. Главной особенностью морфологии колчеданно-полиметаллической залежи месторождения является то, что это единое компактное пластообразное тело, сложенного преимущественно (на 90-95%) агрегатами сульфидных руд. Медно-пирротиновые руды образуют жилообразное тело в лежачем боку стратиформной части залежи, пересекающие клиновидные тела пятнисто-брекчиевидных руд и подрудные вмещающие песчано-глинистые породы. В отличие от многих стратиформных колчеданных месторождений (Озерное, Холоднинское, Раммельсберг, Мегген, Маунт-Айза, Брокен-Хилл и др.) на Филизчае роль внутрирудных пустых прослоев незначительна (2).

Рудообразование в месторождениях колчеданоносной провинции Восточного сегмента Большого Кавказа имеет полиэтапный и многостадийный характер. На первом этапе произошло отложение гидротермально-осадочных серноколчеданных, на втором – гидротермально-метасоматических колчеданно-полиметаллических, а на третьем – гидро-термально-метаморфогенных халькопирит-пирротиновых руд (3, 1). В отдельных месторождениях продукты минералообразования этапов выражены с различной интенсивностью.

Основными компонентами руд Филизчайского месторождения являются Zn, Pb, Cu, S, Fe. Изменение количественных соотношений основных компонентов и их сопутствующих элементов в текстурно-минералогических типах руд зависит от распределения минеральных составляющих и степени обогащенности сульфидными минералами. Последние являются основными минералами-концентраторами и носителями элементов-примесей в рудах.

Промышленную ценность рудной залежи месторождения составляют Zn, Pb, Cu и Ag, а из примесных элементов, заслуживающих внимание при комплексной переработке руд, Au, Bi, Co, Cd, In, Se и, возможно, Te и Tl (4, 6). Следует отметить, что в слоисто-полосчатых и массивных колчеданно-полиметаллических и массивных серноколчеданных типах руд средневзвешенное содержание меди увеличивается до 0,70-0,81%. В слоисто-полосчатых колчеданно-полиметаллических рудах наблюдается увеличение концентраций цинка, свинца и серебра.

Содержание промышленно-ценных компонентов в рудах варьирует в довольно широких пределах. Пятнисто-брекчиевидные и прожилково-вкрапленные руды характеризуются значительно низкими средними показателями концентраций цинка, свинца и серебра, хотя в единичных пробах этих руд они были обнаружены в довольно высоких содержаниях.

Наибольшей концентрацией меди отличаются смешанные руды, приуроченные к зоне вторичного сульфидного обогащения, а наименьшей – окисленные руды. По среднему содержанию меди первичные руды за-

нимают промежуточное положение. В массивных медно-пирротиновых рудах и некоторых текстурных разновидностях колчеданно-полиметаллических руд концентрация меди колеблется от сотых долей до нескольких процентов.

Среди рудосоставляющих цветных металлов количественно преобладает цинк. В распределении средних содержаний цинка в балансовых рудах установлен такой возрастающий ряд: окисленные – первичные – смешанные руды. Массивные серноколчеданные руды по сравнению с колчеданно-полиметаллическими заметно обеднены этим металлом. Средневзвешенное содержание цинка в колчеданно-полиметаллических рудах слоисто-полосчатой и массивной текстуры более, чем в три раза превосходит концентрацию элемента в пятнисто-брекчевидных и прожилково-вкрапленных рудах.

В промышленно-технологических типах и сортах руд месторождения в распределении свинца выявляются следующий возрастающий ряд: первичные – смешанные – окисленные руды. Аналогичный ряд установлен также для серебра. Для обоих элементов в окисленных рудах отмечаются очень широкие пределы вариаций их концентраций. Увеличение содержаний свинца в зоне окисления связано с продуктами окисления его (англезит и церуссит), которые обладают ничтожной растворимостью (соответственно 0,041 г/л и 0,001 г/л) и сравнительно устойчивы в зоне окисления (7). Повышенные концентрации серебра в зоне окисления объясняются специфической особенностью геохимии этого элемента в совокупности ряда факторов (8). Среди природных типов руд наибольшие содержания свинца и серебра присутствуют в слоисто-полосчатых колчеданно-полиметаллических рудах. Пятнисто-брекчевидные и прожилково-вкрапленные руды отличаются самой низкой концентрацией свинца.

Основные промышленно-ценные компоненты руд Филизчайского месторождения характеризуются закономерным зональным распределением, что является отражением пространственного размещения текстурно-минералогических типов руд в составе залежи. В слоисто-полосчатых и массивных колчеданно-полиметаллических рудах между концентрациями свинца и цинка, свинца и серебра существует значимая корреляционная связь ($r = +0,639 - +0,734$, $r = +0,637 - +0,683$, соответственно).

Общие черты химизма различных типов сплошных колчеданных руд Филизчайского месторождения наглядно отражаются при сопоставлении расчетных коэффициентов накопления элементов (K_p). Этот коэффициент является частным от деления оценки среднего содержания элемента в интересующем нас типе руд на генеральное среднее, вычисленное для всех типов сплошных колчеданных руд (9). Среди главных минеральных типов массивных руд, колчеданно-полиметаллические характеризуются наиболее высокой степенью накопления подавляющего большинства элементов (таблица). Среднеколчеданные и медно-пирротиновые руды

отличаются от них своей специализацией на Cu, Se, Te, Co, Ni и Mo. Минералого-геохимические особенности распределения редких и благородных металлов, других примесных и основных компонентов в рудах месторождения подчиняются определенным геохимическим закономерностям (4). Коэффициенты накопления K_p для элементов в отдельных типах массивных руд графически изображены на рисунке. Элементы расположены в последовательности периодической системы Д.И.Менделеева. В порядке увеличения порядковых номеров в начале помещены переходные d-металлы (от Co до Hg), а затем p-элементы (от Ga до Bi). Линии, соединяющие коэффициенты накопления химических элементов в типах руд, характеризуются различными конфигурациями.

Таблица

Средние коэффициенты накопления элементов в различных типах сплошных руд Физличайского месторождения

Типы руд	Cu	Zn	Pb	Cd	In	Tl	Ga	Ge	Se	Te
Колчеданно-полиметаллический	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.8	1
Серноколчеданный	1.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6	1.6	1.2
Медно-пирротинный	1.3	0.4	0.1	0.5	0.8	0.2	0.6	0.7	3.2	1.3
Типы руд	Bi	Au	Ag	Co	Ni	Hg	Sb	As	Sn	Mo
Колчеданно-полиметаллический	1	1.1	1.1	0.9	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Серноколчеданный	0.8	0.4	0.5	1.7	1.3	0.4	0.5	0.4	0.7	0.7
Медно-пирротинный	0.8	0.4	0.3	1.0	1.2	0.6	0.2	0.3	0.4	2.1

При этом в колчеданно-полиметаллических, с одной стороны, серноколчеданных и медно-пирротинных рудах, с другой, имеют место противоположные тенденции. Так, для серноколчеданных и медно-пирротинных руд p-элементы четвертого, пятого и шестого периодов характеризуются единой тенденцией, выражающиеся в том, что в пределах каждого из них элементы имеют сначала небольшие, затем низкие значения коэффициентов накопления, которые закономерно повышаются с дальнейшим увеличением атомного веса. Последний элемент каждого периода (V и VI группы таблицы периодической системы) отличаются самыми высокими коэффициентами (рисунок). В связи с этим, в каждом из периодов кривые характеризуются близкими конфигурациями. Для колчеданно-полиметаллических руд характерны противоположные закономерности для тех же p-элементов; однако, в этих рудах уменьшение величин коэффициентов накопления в последнем элементе периодов происходит значительно слабее.

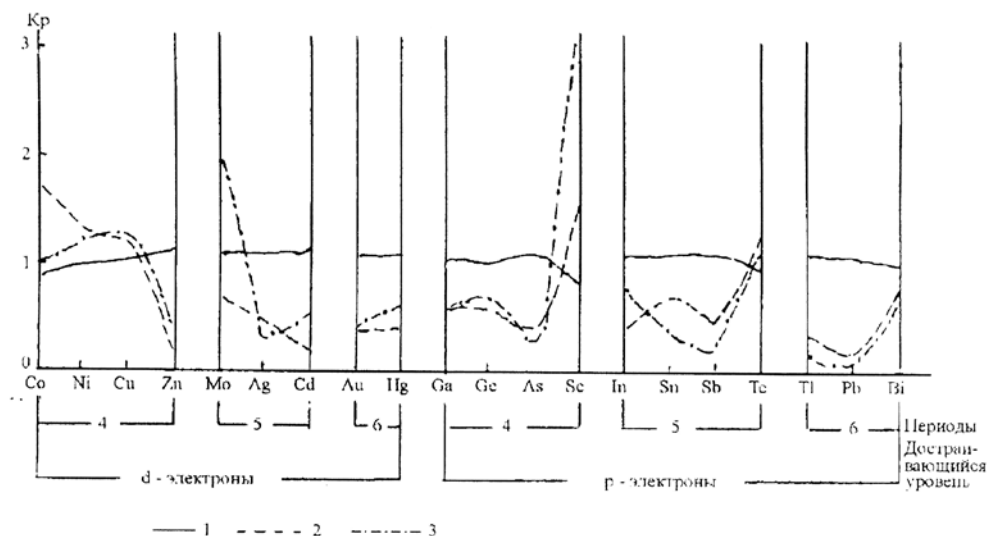


Рис. Величины коэффициентов накопления элементов в порядке периодической системы Д.И.Менделеева в соответствии с их электронным строением. K_p – коэффициенты накопления: 1 – колчеданно-полиметаллических; 2 – серноколчеданных; 3 – медно-пирротиновых руд

Для d-элементов таких четких и общих закономерностей в характере изменения K_p в целом не устанавливается. Для колчеданно-полиметаллических руд элементы четвертого периода характеризуются тенденцией закономерным повышением K_p с дальнейшим увеличением атомного веса, а элементы пятого и шестого периодов – почти без изменения величин коэффициентов. Для серноколчеданных и медно-пирротиновых руд d-элементы четвертого периода сначала характеризуются противоположными тенденциями: увеличении коэффициентов накопления для вторых и уменьшении первых. В конце периода для обоих типов руд наблюдается резкое уменьшение коэффициентов и кривые имеют близкую конфигурацию. Для серноколчеданных и медно-пирротиновых руд d-элементы пятого и шестого периодов характеризуются противоположными особенностями: для первых коэффициенты накопления или закономерно уменьшаются (5-й период) или остаются почти на одном уровне (6-й период); для медно-пирротиновых руд элементы пятого и шестого периодов показывают увеличение K_p к концу периодов.

Выявленная периодичность изменения величин коэффициентов накопления связывается с особенностями электронного строения элементов с заполнением достраиваемых d- или p-уровней. Наибольшие и наименьшие величины K_p соответственно в отдельных типах руд характерны для элементов с величинами электроотрицательности, находящимися в пределах 1,6-1,8 (9). Меньше и больше данной величины происходит снижение или увеличение коэффициентов в зависимости от типа руд.

Установленные закономерности поведения основных и примесных элементов в массивных рудах Филлизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения объясняются в сходстве и различии их физико-химических свойств, подчиняющихся закону периодичности. Наличие охарактеризованных связей химических элементов и периодичности изменения показателей их распределения в рассматриваемых рудах, указывает на надежность выявленных закономерностей. По уровню концентраций примесных компонентов в сульфидных минералах и текстурно-минералогических типах руд, наряду с другими параметрами, устанавливается направленность процесса рудоотложения, что свидетельствует о возрастающей щелочности рудообразующих растворов (4).

Таким образом, общие черты химизма текстурно-минералогических типов руд Филлизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения наглядно отражаются при сопоставлении расчетных коэффициентов накопления элементов. Выявлено, что среди главных минеральных типов руд массивного сложения колчеданно-полиметаллические характеризуются наиболее высокой степени накопления большинства элементов (свинец, цинк и благородные металлы, элементы плеяды индия, висмут, ртуть, сурьма, мышьяк). Серноколчеданные и медно-пирротиновые руды отличаются от них своей специализацией на медь, селен, теллур, кобальт и никель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаев С.А., Велизаде С.Ф., Новрузов Н.А. Свинцово-цинковые месторождения Южного склона Большого Кавказа / Геология Азербайджана, т.6. Полезные ископаемые. Баку: Nafta-Press, 2005, с. 159-201.
2. Бабазаде В.М., Агаев С.А., Чалаби Г.А., Акперов М.А. Свинец и цинк. Металлогеническая провинция Большого Кавказа / Минерально-сырьевые ресурсы Азербайджана. Баку: Озан, 2005, с. 294-340
3. Курбанов Н.К. Основные этапы формирования комбинированных медно-полиметаллических месторождений и их соотношение со стадиями эволюции альпийской терригенной геосинклинали Большого Кавказа // Труды ЦНИГРИ, 1982, в. 168, с. 3-18.
4. Новрузов Н.А. Минералого-геохимические особенности руд колчеданных месторождений филлизчайского типа (Большой Кавказ) / Научное наследие академика М.А.Кашкая. Взгляд из XXI века. Баку: Nafta-Press, 2007, с. 320-332.
5. Новрузов Н.А. Геохимия стратиформных колчеданных месторождений Восточного сегмента Большого Кавказа. Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. Баку, 2011, 54 с.
6. Новрузов Н.А., Агаев С.А. Золотоносность и сереброносность колчеданных месторождений Южного склона Большого Кавказа // Разведка и охрана недр, 2009, №12, с. 18-24.
7. Смирнов С.С. Зона окисления сульфидных месторождений. М.: Изд-во АН СССР, 1955, с. 149-172.
8. Щербина В.В. Геохимия серебра в зоне окисления сульфидных месторождений // Геохимия рудных месторождений, 1970, №6, с.73-79.
9. Юшко-Захарова О.Е., Воробьева М.С., Иванов В.В. и др. Элементы-примеси медно-никелевого оруденения Талнахской интрузии // Геохимия, 1973, №4, с. 516-528.

FİLİZÇAY YATAĞI KOLÇEDAN FİLİZLƏRİNİN KİMYƏVİ TƏRKİBİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

N.Ə.NOVRUZOV, N.A.SƏTTAR-ZADƏ

XÜLASƏ

Müəyyən edilmişdir ki, Filizçay yatağı kolçedan filizlərinin massiv tekstur-mineraloji tiplərinin (kolçedan-polimetal, kükürd kolçedanı, mis-pirrotin) kimyəvi tərkibinin ümumi cizgiləri sənaye əhəmiyyətli-qiyəmətli komponentlərin (Cu, Pb, Zn), nadir elementlərin (Cd, İn, Tl, Ga, Ge, Se, Te, Bi), nəcib metalların (Au, Ag) və digər müşayiətedici elementlərin (Co, Ni, Hg, Sb, As, Sn, Mo) hesablama əmsallarının müqayisə edilməsində aşkar əks olunur.

Açar sözlər: kimyəvi tərkib, kolçedan filizi, Filizçay yatağı.

FEATURES OF CHEMICAL COMPOSITION OF PYRITE ORES OF THE FILIZCHAY DEPOSIT

N.A.NOVRUZOV, N.A.SATTARZADEH

SUMMARY

It is established that common features of chemical composition of textural and mineralogical types of solid pyrite ores (pyrite-polymetallic, sulfur- pyrite, copper pyrrhotite) of the Filizchay deposit are visually displayed by comparison of settlement coefficients of accumulation elements – industrial and valuable components (Cu, Pb, Zn), rare elements (Gd, İn, Tl, Ga, Ge, Se, Te, Bi), noble metals (Au, Ag) and others (Co, Ni, Hg, Sb, As, Sn, Mo).

Keys words: chemical composition, pyrite ores, Filizchay deposit

Поступила в редакцию: 12.03.2015 г.

Подписано к печати: 21.04.2015 г.