

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«УРАЛЬСКАЯ ГОРНАЯ ШКОЛА – РЕГИОНАМ»**

---

24-25 апреля 2017 года

**ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ  
ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ. ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ  
ГЕОЛОГИЯ**

УДК 631.41

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ СВЕРДЛОВСКОЙ  
ОБЛАСТИ**

Старицына Н. А.<sup>1</sup>, Старицына И. А.<sup>2</sup>, Вашукевич Н. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГПБОУ СО УГК им. И.И. Ползунова

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

Свердловская область занимает особое место среди субъектов РФ. Это развитый промышленный регион, географическое положение которого позволяет активно взаимодействовать как с Европейской, так и с Азиатской частью России. Через Свердловскую область и город Екатеринбург проходят важные транспортные магистрали, идёт большой объём различных грузов. Высокие темпы промышленного освоения земель порождают множество экологических проблем, в том числе загрязнение тяжёлыми металлами почвенного покрова. На территории Свердловской области преобладают серые лесные почвы, которые не слишком плодородны, а экологическая нагрузка ещё больше усугубляет ситуацию.

Все 7 категорий земель представлены в Свердловской области. Земельный фонд области составляет 19 430,7 тыс. га. В его структуре преобладают земли лесного фонда (70,3% всей территории). Доля земель сельскохозяйственного назначения – 21,0 %, на земли городских и сельских населённых пунктов приходится 3,8%, а земли промышленности, и иного специального назначения, земли водного фонда, земли запаса, земли особо охраняемых территорий и объектов занимают в совокупности 4,9% территории области [3].

Больших подвижек в изменении площадей земель различных категорий не наблюдается. Происходит активное перераспределение земель, их перевод из одной категории в другую. Но, общий баланс земельного фонда области меняется незначительно. В Свердловской области преобладают земли лесного фонда, все они находятся в государственной собственности, поэтому этот вид собственности преобладает.

Землям сельскохозяйственного назначения уделяется повышенное внимание [2], так как из-за климатических и физико-географических особенностей Свердловская область не является сельскохозяйственным регионом. При анализе данных по угодьям выявлено сокращение площади пашни, а это самые ценные угодья. Рост городов и промышленных центров требует площадей для своего развития. Земли лесного фонда и земли сельскохозяйственного назначения переводят в земли промышленности и земли населённых пунктов. Для того, чтобы сохранить земельный баланс земли запаса переводят в земли сельскохозяйственного назначения. Эта замена не является равноценной, так как изымают пашни, а возмещают другими видами угодий. Кроме того, изымают участки в центральных востребованных районах области, а возвращают на севере.

Велика проблема невостребованности земель. В 1992 году был создан фонд перераспределения земель в составе земель сельскохозяйственного назначения. В этот фонд попадают невостребованные земельные доли. Фонд был создан как временное хранилище, на короткий период времени. Однако, существует до сих пор, а его площадь с каждым годом возрастает. Эффективное управление земельными ресурсами требует, чтобы площадь земель фонда перераспределения стремилась к минимуму.

Плотность населения на юге области выше, а соответственно выше востребованность земель под жилую застройку. Существует программа предоставления определённым категориям граждан земельных участков в собственность бесплатно. Данные участки на территории Свердловской области в 2015 году выделялись в п. Бобровский (Сысертский ГО) и в северной части г. Красноуфимска [6]. Из г. Сысерти можно ездить на работу в г. Екатеринбург ежедневно, но желательно иметь личный автотранспорт. Из Красноуфимска ездить на работу в мегаполис не получится, придётся полностью переезжать и искать работу там, не смотря на то, что уровень зарплат там значительно ниже, чем в Екатеринбурге, а также высок уровень безработицы. Наиболее перспективным вариантом на первый взгляд являются земельные участки в п. Бобровский, Сысертского района. В данном районе активно строятся коммерческие коттеджные посёлки. Рассмотрев их местоположение можно сделать следующие выводы: 1) коммерческие земельные участки под ИЖС строятся вблизи населённых пунктов с возможностью подключения к существующим коммуникациям; 2) данные участки располагаются в непосредственной близости от транспортных магистралей. Бесплатные участки под индивидуальное жилое строительство лишены этих преимуществ [1]. Инфраструктура и дороги запланированы, большинство коммуникаций будут прокладываться за счёт будущих собственников, во всяком случае, от магистральной линии до конкретного землепользования. Поэтому, часто бесплатные участки собственники продают, так как не в состоянии оплатить строительство дома и прокладку коммуникаций.

Земельный рынок в Свердловской области функционирует на передаче государственных и муниципальных земельных участков в аренду. В среднем в рамках арендных договоров или договоров купли-продажи в сделках участвуют около 30% земельных участков, находящихся в государственной и муниципальной собственности.

Кадастровая оценка на территории области проводилась три раза, в период 1999-2005 год, переоценка проводилась в 2007-2008 и 2010-2011 годах [4, 5]. Увеличение кадастровой стоимости привело к увеличению земельных платежей. На сегодняшний день кадастровая стоимость земли намного превышает рыночную стоимость. Это значит, что методика кадастровой оценки несовершенна, так как когда её вводили, была попытка приравнять рыночную и кадастровую стоимость.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасьева, С.А. Использование земельных активов для развития ипотеки (на материалах Свердловской области): дисс.... канд. экон. наук: 08.00.05 / Афанасьева Светлана Александровна. – М., 2015. – 152 с.
2. Варламов А.А. Проблемы формирования системы государственного кадастрового учета в Российской Федерации // В сборнике: Организация, технологии и опыт ведения кадастровой деятельности Сборник научных трудов. Москва, 2012. С. 3-11.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Свердловской области в 2014 г.» [Электронный ресурс] // <http://www.mprso.ru/users/Госдоклад%20часть1.pdf>
4. Котляров, М.А. Кадастровая оценка земель населенных пунктов как показатель привлекательности территорий (на примере Свердловской области)// Вестник УРФУ. Сер. экономика и управление. 2012. № 1/2012.- С.115-125.
5. Лузин, В. М. Итоги новой кадастровой оценки в Свердловской области: земля дешевле не станет. [Электронный ресурс] // <http://www.nep08.ru/interview/2011/03/21/luzin/>
6. Старицына И.А., Хмельницкая Т.А. Кадастровый учёт на территории Сысертского района Свердловской области. // В сборнике: инновационные технологии и технические средства для АПК материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Под общей редакцией Н.И. Бухтоярова, Н.М. Дерканосовой, А.В. Дедова. 2015. С. 93-99.

## МИНЕРАЛОГИЯ И ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В НЕРАСТВОРИМОМ ОСТАТКЕ СОЛЕЙ СОЛИКАМСКОГО УЧАСТКА ВКМС

Михеев Д. С.

Уральский государственный горный университет

Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей в геоструктурном отношении приурочено к Соликамской впадине Предуральского краевого прогиба. Разрез месторождения представлен подстилающей каменной солью, сильвинитовой пачкой, состоящей из пластов КрIII КрII, КрI, А' и соляных межпластий, а так же карналлитовой пачкой, пласты которой индексированы снизу вверх по разрезу: Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К [2,3]. Продуктивными являются пласты КрII, совмещенный пласт АБ и пласт В сильвинитового состава. В ходе эксплуатационного бурения химическому опробованию подлежат все продуктивные пласты и соляные межпластья. Все пробы отобранные при подземном бурении анализируются на калий, магний, бром, натрий, кальций, хлор, сульфатную серу и нерастворимый остаток. Изучение состава нерастворимого остатка солей проводилось по материалу керна скважины №1111, пробуренной из горных выработок в пределах Соликамского участка СКРУ-3 ПАО «Уралкалий». Методика определения содержания нерастворимого остатка на ВКМС: от подготовленной пробы отбирается навеска 10г. Навеска помещается в мерный стакан и растворяется в дистиллированной воде при температуре 40-50 С. Раствор фильтруется через высушенный до постоянного веса бумажный фильтр. Фильтр с остатком промывается горячей водой до отрицательной реакции промывных вод на хлор-ион (проба раствором азотнокислого серебра), высушивается в сушильном шкафу при температуре 100 С до постоянной массы (не менее часа), охлаждается в эксикаторе и взвешивается. Пробы нерастворимого остатка представляют собой пылеватый осадок от светло-серого до темно-серого цвета, реже с красноватым оттенком. Содержания нерастворимого остатка в изученных пробах колеблется, для сильвинитовых пластов от 1,13% до 2,2% среднее 1,48%, для соляных межпластий и коржей от 1,1 до 5,9 среднее 2,79%.

Для изучения минерального состава они были изучены под микроскопом МБС-9, а затем объединенные пробы подвергались анализу в спектральной лаборатории УГГУ. По выполненным ранее исследованиям [3] выявлены разнообразные минералы: сульфаты, сульфиды, гидроокислы, карбонаты, самородные элементы. По результатам выполненных исследований в нерастворимых остатках соляной залежи Соликамского участка, для сильвинитовых пластов характерно наличие следующих минералов: ангидрит, гидрослюды, доломит, полевые шпаты, гипс, хлорит, кварц и пирит. Для соляных межпластий качественный состав значительно, не отличается.

Спектральным анализом были определены содержания следующих элементов: медь (Cu), цинк (Zn), свинец (Pb), олово (Sn), мышьяк (As), серебро (Ag), молибден (Mo), хром (Cr), никель (Ni), кобальт (Co), стронций (Sr), барий (Ba), ванадий (V), скандий (Sc), фосфор (P), вольфрам (W), германий (Ge), цирконий (Zr), золото (Au). Результаты анализов приведены в таблице.

На основании этих данных, при сравнении средних содержаний, очевидно что, средние повышенные содержания элементов в пластах сильвинитового состава, характерны для цинк (Zn), свинец (Pb), барий (Ba), марганец (Mn), для соляных межпластий характерны повышенные содержания по медь (Cu), никель (Ni), кобальт (Co), фосфор (P), цирконий (Zr), что свидетельствует о различных условиях их образования и смене режимов осадконакопления.

Выполнен расчет коэффициентов корреляции по элементам примеси (с помощью программы STATISTICA) выявлены следующие сильные корреляционные связи: медь-молибден (0.98), мышьяк-хром (0.94), цинк-барий (0.94), свинец-молибден (0.86), фосфор-медь (0.96), фосфор-молибден (0.99), фосфор-никель (0.85), олово-вольфрам (0.85), германий-золото (0.91).

Таблица- Содержание элементов-примесей в нерастворимых остатках солей (мг/кг)

Материал	Cu	Zn	Pb	Ag	Mo	Ni	Co	Sr
Сл.*	25,0	2	9	0,01	0,04	53	2	12
Сл.*	83,0	24	28	0,09	0,1	11	6	20
Сл.*	48,0	35,3	4	0,07	0,05	14	10	41
Средн.	52,0	20,4	13,7	0,057	0,063	26	6	24
К.с.	21,0	11	5	0,039	0,05	26	15	21
К.с.	55,0	15	10	0,06	0,12	72	23	25
К.с.	253,0	2	0,3	0,031	0,63	110	17	39
Средн.	109,7	9,33	5,1	0,043	0,267	69	18	28

Продолжение таблицы- Содержание элементов-примесей в нерастворимых остатках солей (мг/кг)

Материал	Ba	V	Sc	P	W	Ge	Zr	Au
Сл.*	20	220	9	1	18	0,73	21	0,032
Сл.*	1	190	1	1	18	0,01	22	0,01
Сл.*	148	56	17	1	18	0,37	35	0,025
Средн.	56,3	155	9	1	18	0,37	26	0,0223
К.с.	28	87	13	1	14	0,54	118	0,022
К.с.	50	150	8	50	24	0,51	1	0,034
К.с.	1	78	18	319	7	0,01	1	0,01
Средн.	26,3	105	13	123	15	0,35	40	0,022

Минералогические исследования подтверждают данные полученные другими исследователями[1]. Полученные результаты анализов элементов примесей нерастворимого остатка солей, говорят о том что в пластах различного вещественного состава(сильвиниты, каменная соль), преобладают разные элементы и наблюдаются разные корреляционные связи, что говорит о различных условиях их образования и их стадийности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баяндина Э.О., Кудряшов А.И. Нерастворимый остаток солей Верхнекамского месторождения. Пермь, 2015
2. Иванов А.А. Пермские соленосные бассейны Печеро-Камского Предуралья /изд. СО АН СССР, 1965
3. Кудряшов А.И. Верхнекамское месторождение солей Пермь.2015

## МИКРОТВЕРДОСТЬ И МИКРОСТРУКТУРЫ ПИРИТА МАССИВНЫХ МЕДНОКОЛЧЕДАНЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАБАН-1 (СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Абсатарова А. В.

Уральский государственный горный университет

В настоящее время отработано большинство открытых в советские годы медноколчеданных месторождений на Среднем Урале. Возник дефицит минерально – сырьевой базы для добывающей и перерабатывающей промышленности региона. Данную проблему можно решить двумя путями: 1) проводить поиски на новых участках; 2) пересмотреть геологические данные по старым рудным полям с точки зрения современных научных концепций о генезисе колчеданов.

Для создания генетических моделей колчеданного рудообразования разработан онтогенетический метод изучения пирита. Пирит обладает ярко выраженными типоморфными особенностями своих свойств - микротвердости, морфологии кристаллов, термо-э.д.с. и т.д.. По показателям этих свойств можно определить его генетический тип и реконструировать историю развития колчеданных месторождений.

Значения микротвердости, свойственные пириту осадочно-диагенетического типа – 420-1010 по Виккерсу; автобластического и гидротермально-метасоматического – 1200-1590; метаморфогенного – 1700 – 1910; 2000 – 2300 для динамометаморфического.

Для автобластического пирита характерна тонкая зональность роста I типа; для гидротермально-метасоматического - зональность II типа, образованная включениями других минералов; в метаморфогенном пирите зональность роста отсутствует.

С помощью прибора ПМТ-3 была измерена микротвердость пирита из массивных медноколчеданных руд. Проведено травление шлифов азотной кислотой, простое и электролитическое.

В результате исследования микротвердости обнаружено следующее. В зернах пирита массивных колчеданных руд наблюдаются участки со значениями микротвердости метаморфогенного типа, вокруг которых имеются зоны пирита с микротвердостью гидротермально-метасоматического (автобластического) типа (рисунок 1).

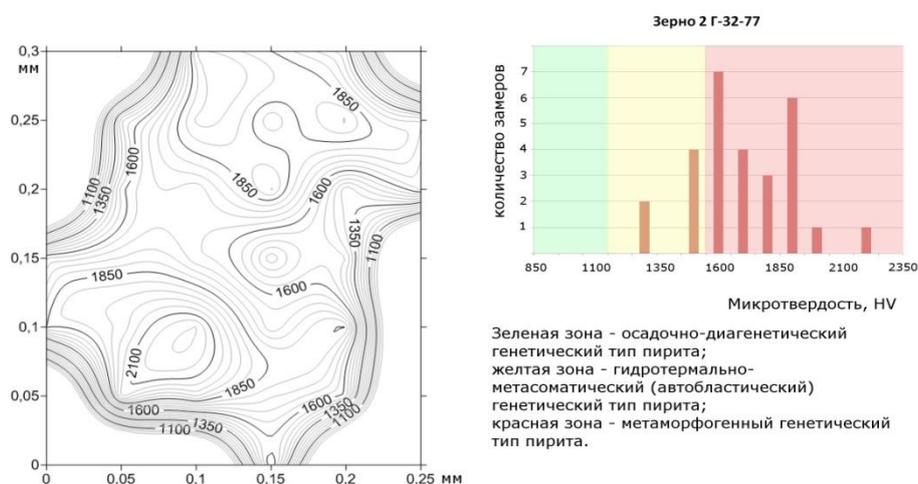


Рисунок 1- Карта изолиний и гистограмма значений микротвердости зерна пирита (скважина Г-32, глубина 77 м).

Массивные медноколчеданные руды состоят из тонкозернистого агрегата зерен пирита без зональности и зерен пирита с тонкой зональностью I типа (рисунок 2). Зерна пирита без зональности роста имеют неправильную форму, часто корродированны халькопиритом. Промежутки между пиритом заполнены халькопиритом. Наблюдаются микроструктуры совместного роста кристаллов.

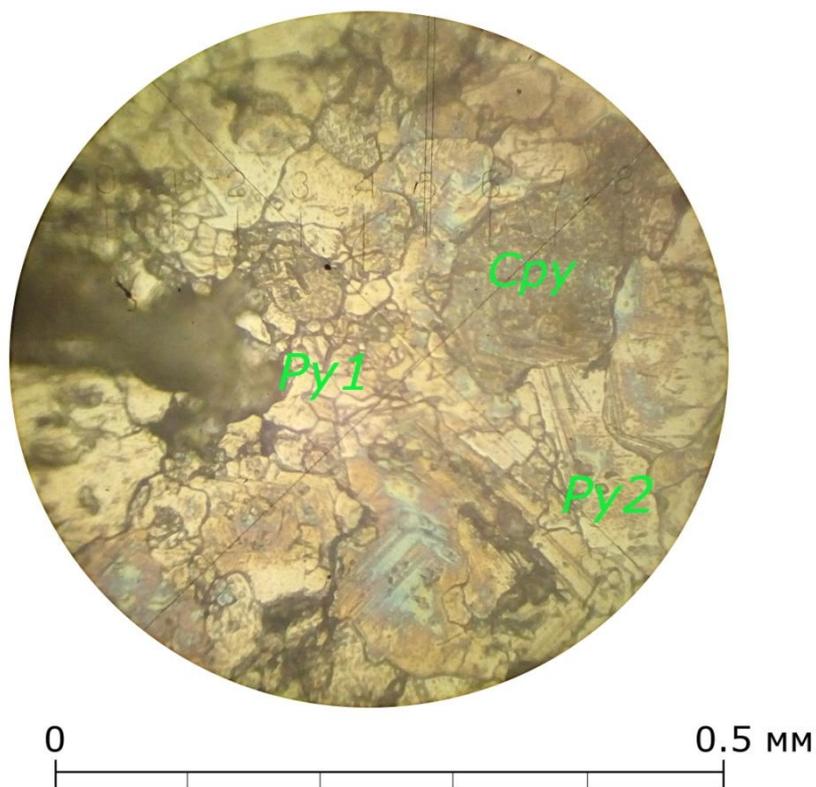


Рисунок 2 - Халькопирит (Cpy), метаморфогенный (Py1) и автобластический (Py2) пирит в аншлифе, протравленном электролитическим способом в  $\text{HNO}_3$ . Скважина Г-32, глубина 111 м.

Колчеданные тела месторождения Кабан-1 подверглись динамометаморфическому воздействию, в ходе которого пирит ранних генераций приобрел свойства метаморфогенного пирита – повышенную микротвердость и исчезновение зональности роста. После этого на залежь вновь воздействовали гидротермальные растворы. Промежутки между зернами пирита ранней метаморфической генерации были заполнены пиритом новой, автобластической генерации. В результате этих процессов образовались тонкозернистые массивные медноколчеданные руды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богуш И.А., Бурцев А.А. Онтогенетический атлас морфогенетических микроструктур колчеданных руд. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2004.
2. Джангиров М.Ю., Богилев А.В. Прогноз и поиски медноколчеданных месторождений на основе минералофизических показателей пирита. Петрозаводск: изд-во КарНЦ РАН, 2006 г., с.61-62.

## **ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД САУМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)**

Мулеев Н. Н., Бурмако П. Л.

Уральский государственный горный университет

Саумское полиметаллическое месторождение расположено в 60 км от г. Ивдель. Лицензионный участок приобретен группой компаний «Полиметалл» с целью обеспечения сырьем Воронцовской золотоизвлекательной фабрики.

Изучение месторождения началось в 70-х годах, но было остановлено. В 2013 г. работы возобновились, в результате выполнена оценка прогнозных ресурсов до глубины 100 м.

Саум является полиметаллическим месторождением с массивными рудами. Все выявленные рудные тела приурочены к толще вулканогенных пород. Средняя мощность рудных тел 30 м, залегание преимущественно пологое. Основные минералы – золотосодержащий пирит, халькопирит, сфалерит. Зона окисления развита на глубине от 10 до 40 м. Минерализация открыта по падению и простиранию в западном направлении.

Задачей настоящего исследования является изучение состава вмещающих пород, околорудных метасоматитов и руд для уточнения геолого-промышленного типа и формационной принадлежности объекта.

Методика работы включает макроскопическое изучение штуфов и полировок, микроскопическое исследование шлифов и аншлифов соответственно в проходящем и отраженном свете, анализ результатов химического и спектрального анализов.

Объем фактического материала: 5 образцов вмещающих пород и метасоматитов, 3 рудных образца, 1 образец сыпучей руды, 5 шлифов, 3 аншлифа.

Вмещающие породы месторождения представлены вулканитами основного и кислого состава и продуктами их метасоматической переработки.

Основные вулканиты имеют массивную, реже брекчиевидную, иногда пятнистую текстуру. Цвет пород зеленый с неравномерно распределенными участками гематитизации и осветления. Под микроскопом они разделяются на афировые и порфиоровые, иногда с их постепенным переходом. Согласно химическому анализу, состав пород андезибазальтовый, характерно повышенное содержание глинозема и пониженное – натрия.

Кроме андезибазальтов, на месторождении присутствуют дайки метадолеритов мощностью от нескольких сантиметров до нескольких метров. Макроскопически метадолериты это массивные породы серовато-зеленого и темно-зеленого цвета, с выраженной порфиоровой структурой и флюидальной текстурой. Минеральный состав основной массы также свидетельствует о гидротермальной переработке; плагиоклаз (альбит со вторичными изменениями), пироксен (авгит), роговая обманка, хлорит (пеннин), кварц, серицит, эпидот, гематит, пирит. В зонах окварцевания и серицитизации вмещающих пород метадолериты тоже осветлены и импрегнированы сульфидами. По результатам химического анализа жильные образования имеют базальтовый состав.

Кислые вулканиты представлены дацитами, измененными до кварцитов и кварц-серицитовых метасоматитов. Кварциты макроскопически светлые до белых сливные породы с фенокристами кварца. Образуются, как правило, по породам лавовой и пирокластической фаций, слагают обломки в эруптивных брекчиях. Под микроскопом имеют характерную гранобластовую и роговиковую структуру, иногда реликтовую порфиоровую. Серицит-кварцевые породы макроскопически отличаются от кварцитов большим содержанием серицита, что придает им хрупкость, неоднородное строение и желтовато-зеленый оттенок. Текстура пород такситовая, реликтовая обломочная. Под микроскопом выявляются структуры гранолепидобластовая, фибробластовая, порфиробластовая с элементами порфиоровой.

Таким образом, вмещающие породы Саумского месторождения представлены андезибазальтами и дацитами, содержащими субвулканические комагматы долеритового состава, что характерно для контрастной базальт-риолитовой вулканогенной формации.

Главными рудными минералами, как уже отмечалось, являются пирит, халькопирит и сфалерит.

Пирит образует рассеянную вкрапленность зерен идиоморфной или неправильной формы размером от долей миллиметра до 1-2 см. В рудных телах форма выделений более разнообразна. Встречаются мелко- и среднезернистые агрегаты пирита аллотриоморфнозернистой или гипидиоморфнозернистой структуры. Сопутствуют пириту, корродируют его зерна и цементируют их – блеклая руда и энаргит, редко – сфалерит.

Халькопирит встречается почти во всех типах руд. Основная масса халькопирита ассоциирует с пиритом, пронизывает его агрегаты, образует секущие прожилковидные обособления, а также тяготеет к скоплениям кварца. Во всех случаях халькопирит ассоциирует со сфалеритом.

Сфалерит распределяется в руде неравномерно. В отдельных участках по количеству он уступает лишь пириту, местами отсутствует совсем. Сфалерит тесно ассоциирует со всеми минералами руд. Постоянно сопутствуя пириту, он является цементирующим минералом, окаймляет зерна и агрегаты, заполняет межзерновые промежутки, трещинки. Цементируя, сфалерит разъедает периферию зерен пирита, развивается по трещинкам, зонам роста, местами оставляет от них лишь скелеты.

Подчиненное значение имеют блеклая руда, энаргит, галенит, арсенопирит.

Текстуры руд разнообразны – массивная, пятнистая, полосчатая, колломорфная, брекчиевидная, вкрапленная, жильная. Как известно, текстурные особенности отражают условия формирования руд, степень их метаморфизма, деформации и гидротермального преобразования. Перечисленные текстуры свидетельствуют о метасоматическом происхождении.

Структуры руд по форме сростаний и взаимоотношениям минералов представлены тремя основными видами: гипидиоморфная (пирит), порфиroidная (пирит-халькопирит, пирит-сфалерит) и аллотриоморфная (пирит, халькопирит, сфалерит и др.). Все структуры относятся к кристаллизационным, что подтверждает гидротермальный тип оруденения.

Следовательно, текстурно-структурные особенности руд свидетельствуют о гидротермально-метасоматическом происхождении.

На основании взаимоотношения рудных минералов и текстурно-структурных особенностей руд выделяются две основные стадии рудоотложения:

1) ранняя, преимущественно серноколчеданная, в процессе которой пирит метасоматически развивается по кварцу и тонкоchешуйчатому серициту;

2) поздняя, представленная разнообразной сульфидной минерализацией; характеризуется образованием блеклой руды, сфалерита и халькопирита.

Количественное соотношение рудных минералов показывает наличие следующих типов руд: медные, медно-цинковые, цинковые и серно-колчеданные. Среди них выделяются сплошные и вкрапленные.

Геохимическая характеристика руд дается на основании химических исследований и спектрального анализа штучных проб. Выводы сделаны по сопоставлению средних концентраций рудных элементов. Руды Саумского рудного поля полиэлементны. В их составе главными компонентами являются железо, сера, цинк, медь. Среднее содержание меди составляет 1,9 %, цинка – 1,2 %, золота – 1,3 г/т, серебра – 30 г/т. Заслуживает внимания высокая концентрация германия – 5,4 г/т. Из других элементов присутствуют свинец, кобальт, никель, кадмий, мышьяк, скандий, цирконий. Основные геохимические связи подтверждают минералогические наблюдения.

Заключение. Анализ текстурно-структурных и минералого-геохимических особенностей руд говорит о том, что Саумское месторождение следует отнести к уральскому медно-цинковому колчеданному типу.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА НА ВАСИЛЬКОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (СЕВ. КАЗАХСТАН) НА ОСНОВЕ ПРОГРАММ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Дресвянников М. А.

Научный руководитель доцент, к. г.-м. наук Хасанова Г. Б.  
Уральский государственный горный университет

Васильковское месторождение золота расположено в 17 км к северу от г. Кокшетау, центра Акмолинской области Республики Казахстан. Это золоторудное месторождение мирового класса, самое крупное в золотодобывающей отрасли Казахстана, запасы которого при бортовом содержании 0.9 г/т составляют порядка 450 т золота.

Месторождение Васильковское относится к типу золото-кварцевых прожилковых штокверковых зон в интрузивных телах и экзоконтактовых зонах. Васильковское рудное поле приурочено к Донгульгаашской зоне разрывных нарушений северо-западного (СЗ) простирания на участке сопряжения ее с северо-восточными разломами (Васильковская зона разломов). Два таких разлома ограничивают рудное поле с северо-запада и юго-востока, юго-западной границей его является Донгульгаашская тектоническая зона.

Месторождение залегает в области эндо-экзоконтакта гранитоидного массива зерендинского комплекса, прорывающего метаморфические породы докембрия. Между вмещающими породами и интрузией имеется переходная зона или зона гибридных (перемежаемых) пород, занимающая 20-30% площади месторождения. Она представлена габбро-диоритами, кварцевыми диоритами и микродиоритами.

В более детальном плане структура месторождения определяется наличием сколовых (наклонных и крутых) трещин северо-западного и субмеридионального направлений и отрывных крутопадающих трещин северо-восточного (15-35°) направления. Крутопадающие трещины вмещают основную массу кварцевых жил и прожилков с рудной (арсенопирит, пирит), в том числе и золотой, минерализацией. Сколовые, преимущественно наклонные трещины, играют экранирующую роль.

Рудные зоны прожилково-вкрапленного и вкрапленного оруденения ограничиваются контуром рассеянной минерализации, выделяемым по содержанию золота в 0.4 г/т.

Традиционно [1], рудоконтролирующими для золотого оруденения считаются на Васильковском месторождении структуры северо-восточного (СВ) направления, и, соответственно, все первичные геохимические ореолы привязываются к ним, в том числе и ореолы золота (рисунок 1).

По нашим исследованиям получается несколько иная картина. При помощи программы Leapfrog Geo 4.0 были построены трехмерные модели по содержаниям золота (рисунок 2). Контур ореола минерализации меняется в зависимости от выбранного порога градаций золота. При низких значениях содержаний (0.1-0.3 г/т) контур минерализованной зоны в плане имеет изометричный облик с радиусом 300-400 м, с апофизами по периферии. При градации содержаний 0.3-1.1 г/т на плане обособливаются две крутопадающих линейных структуры, образующих основу штокверка. Ширина этих структур колеблется около 100 м. Основная, наиболее протяженная структура имеет СЗ простирание, и прослеживается на расстояние около 1 км. Примерно посередине, к ней примыкает вторая структура с СВ простиранием и крутым падением на СЗ. Предполагается, что эти структуры являются основными каналами поступления и распределения рудообразующих растворов [2] и соответствуют основным структурным элементам месторождения – оперяющей части Донгульгаашской тектонической зоны (СЗ) и Васильковской зоны разломов (СВ).

Анализ пространственной изменчивости распределения золота путем построения вариограмм был проведен в среде Micromine. Полученные вариограммы свидетельствуют о сильной неоднородности внутри рудного штокверка и практически полном отсутствии ровных линейных структур. Все части описанной структуры скручены, либо изогнуты как по

простирацию, так и с глубиной, что говорит о длительном и многостадийном тектоническом развитии месторождения.

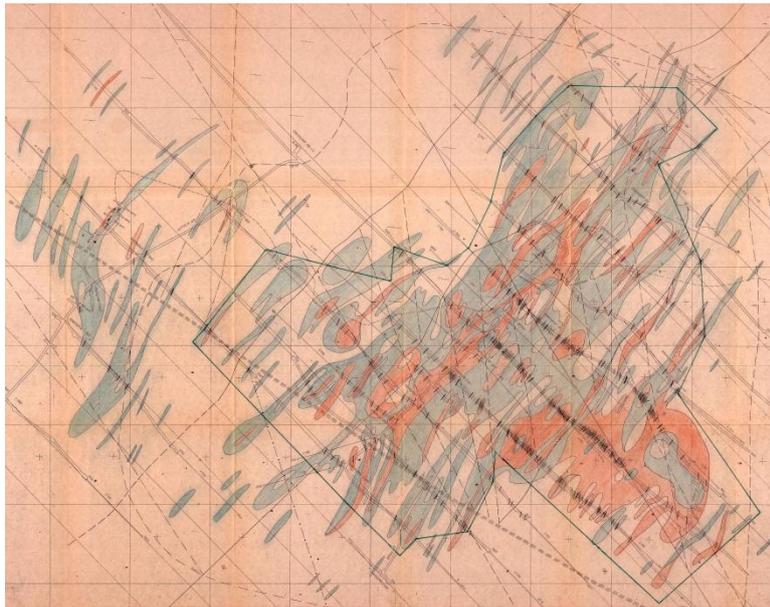


Рисунок 1 - Геологический план горизонта 55 м с контурами продуктивной прожилково-вкрапленной минерализации, 1990 г.[1].

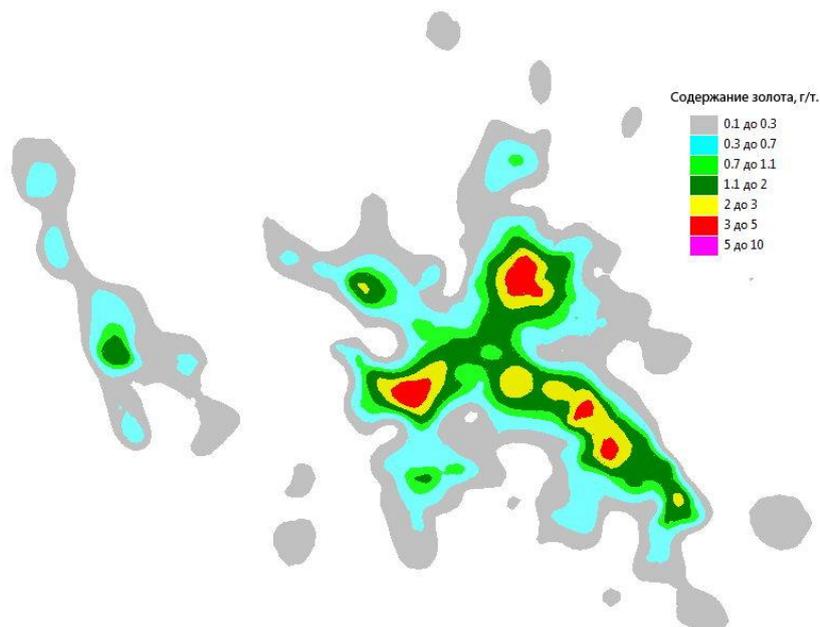


Рисунок 2 - Схема распределения содержаний золота горизонта -55 м.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беловол М.В. и др. Васильковское золоторудное месторождение в Кокчетавской области Казахской ССР. Отчёт о результатах детальной разведки с подсчётом запасов по состоянию на 1 сентября 1990 г. ПГО Севказгеология, Кокчетавская ГРЭ. Кокчетав, 1990.  
Шевкунов А. Г. К вопросу о геологической модели Васильковского месторождения и перспективах поисков месторождений золота подобного типа в пределах Васильковского рудного поля. КМК, 2013.

## ИЛЬМЕНИТ ГУСЕВОГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХВОСТОВ ММС

Володина Ю. В.  
ЕВРАЗ КГОК

Качканарский ГОК добывает и обогащает титаномагнетитовую руду Гусевогорского месторождения. При этом руда проходит две стадии магнитной сепарации – сухую (СМС) и мокрую (ММС). Руда предоставляет собой скопление минералов, образовавшихся в результате становления ультраосновного плутона и его последующего метаморфизма. Рудная фракция представлена магнетитом и ильменитом.

Выделяется несколько разновидностей ильменита [1], из которых существенное значение имеют только две. Первая - мелко пластинчатый ильменит в структурах распада твердых растворов в титаномагнетите. Вторая,- образующая «свободные» выделения в агрегатах магнетита и амфиболита, выполняет промежутки между зернами последнего. В структурах распада ильменит присутствует в форме пластинок, размер которых колеблется от 0,02 до 0,5 мм. Пластины располагаются субпараллельно или под углом, иногда в виде решетки. Свободный ильменит образует сростки с магнетитом, встречается в виде единичных зерен, прерывистых прожилков в магнетите. Размер зерен «свободного» ильменита, как правило, соответствует зернам вмещающих минералов (0,1-1,0 мм). Доля ильменита в хвостах достигает 0,5-1 %.

При обогатительном переделе, ильменит частично попадает в магнитную фракцию, отчасти уходит в хвосты. В концентрат попадает только ильменит из рудных сростков, то есть пластинчатый ильменит, а свободный ильменит отделяется при обогащении. Выделения ильменита имеют вид сильно уплощенных дисковидных пластинок диаметром 0,1 – 0,3 мм, толщиной до 0,01мм. Чистые зерна ильменита, свободные от выделений магнетита, очень мелки (менее 0,1 мм) и встречаются редко.

Доля ильменита в концентрате может достигать 3-4 %, что оказывает существенное влияние на результаты обогащения, так как содержание железа в нем достигает 36 % [3]. Механизм влияния следующий. Увеличение количества ильменита в концентрате вызывает снижение доли железа, что, в свою очередь, приводит к снижению нагрузок, так как ОФ пытается сохранить плановые цифры. Однако таким образом удается выделить только небольшое количество ильменита. Максимальное удаление требует переизмельчения остальной части руды, что сказывается на снижении качества концентрата (ошламовывание рудных зерен) [4]. Удаление сростков в хвосты приводит к повышенным потерям железа. Применение сепараторов с повышенной магнитной «силой» приводит к засорению концентрата такими сростками и соответственно силикатами[5].

Для решения проблемы необходимо найти возможность выделения части ильменита в отдельный продукт и дальнейшего их использования. Таким решением может стать использование на второй и третьей стадиях (где крупность -0,56 мм) магнитного обогащения сепараторов с пониженной магнитной напряженностью. В результате концентрат будет более чистым от ильменита и сростков, а хвосты ММС - с повышенным содержанием магнетита. Поэтому потребуются их дальнейшее обогащение.

Возможный вариант решения проблемы может состоять в следующем. Хвосты второй и третьей стадий обрабатываются на струйном желобе с магнитной системой для выделения магнитно-гравитационного концентрата. Данный концентрат будет представлять смесь зерен ильменита, титаномагнетита, сростков магнетита с силикатами и примесь нерудных. В последующем концентрат возможно обогащать электромагнитным способом с выделением трех фракции:

1. Первая электромагнитная, представлена сростками титаномагнетита с ильменитом, шпинелью и силикатами, содержащая до 40 % железа, которую можно использовать как железофлюс в доменном переделе.

2. Вторая электромагнитная, представлена железосодержащими силикатами, ильменитом и МПГ. После обезвоживания и сушки может быть разделена на электростатическом сепараторе на силикаты (хвосты), ильменит и смесь МПГ с силикатами. Использование последней части требует дополнительного изучения.

3. Неэлектромагнитная фракция, сложена плагиоклазом и кварцем с примесью апатита, сульфидов и циркона. Её использование так же требует изучения.

Извлечение ильменита составит около 30-40 %, то есть примерно 0,5% от исходной руды. При объёмах переработки 56 млн. т. руды/год это составит около 250-300 тыс. т. ильменитового концентрата. Учитывая близость потребителя (ВСМПО) и нахождение в промышленно развитом районе извлечение ильменита ГГМ может быть рентабельно.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фоминых В. Г., Краева В. П., Ларина Н. В. Петрология и рудогенезис Качканарского массива / Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. 84с.

2. Отчет по научно-исследовательской работе «Изучение объемного веса руды северного карьера и оценка влияния в ней количества ильменита (в свободном виде и в сростках) на результаты магнитного обогащения». ХД № 919В (22/16) от 29.12.2015 г.// ИГД УрО РАН Екатеринбург. 2016 г. 141 с.

3. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. Издание второе, исправленное. М. Госгеолтехиздат. 1958. 558 с.

4. Газалиева Г.И. и др. Проблемы снижения содержания титана в обогатительных переделах при переработке титаномагнетитов //Перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР. Труды научно-практической конференции-Екатеринбург: ООО «УИПЦ» 2013 г. С 375-380.

5. Отчет по научно-исследовательской работе «Лабораторные испытания по обогащению хвостов мокрой магнитной сепарации КГОКа с целью извлечения ильменита и с определением драгметаллов и скандия в продуктах обогащения». Договор № 1-045-16-1 от 15.06.2001 г.// Гиредмет. Москва. 2002 г. - 44 с.

## О НАХОДКЕ ПЛОДОВ СЕМЕЙСТВА ОРЕХОВЫХ В КАОЛИНОВЫХ ГЛИНАХ КАМЕНСК-УРАЛЬСКОГО РАЙОНА

Ефремова Е. В., Малюгин А. А.  
Уральский государственный горный университет

Материалом для изучения послужили ископаемые ореховидные плоды, извлеченные из темно-серых озерных (?) глин, перекрывающих пласт осадочных каолиновых глин на одном из месторождений в районе г. Каменск-Уральский. Фрагменты скорлупы с остатками иссохшего ядра и перегородок, а также два полных плода были получены от горных рабочих – работников предприятия, которые предполагали, что это древние грецкие орехи.

Размер плодов 2,5-3,0 см. Поверхность скорлупы орехов сохранилась достаточно хорошо – отчетливо видно, что она густо покрыта мелкими игольчатыми отростками (в отличие от грецкого ореха), располагающимися параллельными рядами вдоль условной оси плода. Поверхность ореха покрыта песчанистой пленкой черного цвета, образовавшейся на нем после опадания в заболоченную низину (или просто на затененный влажный участок поверхности). Ядро ореха сохранилось плохо – только сильно иссохшие или не до конца сгнившие обугленные фрагменты, несколько лучшее состояние имеет перегородка (рис. 1), наличие которой во всех четырех орешках указало на то, все они относятся к виду двудольных.



Рис. 1. Общий вид плодов серого ореха из разреза каолиновых глин Каменск-Уральского района

Изучение литературных и интернет-источников по ботанике и палеоботанике, применительно к нашим образцам (рис. 1), позволяет отнести их к семейству ореховых и виду серых орехов. Семейство ореховых (*Juglandaceae*) включает 7 родов и около 60 видов, широко распространенных в умеренных и субтропических областях северного полушария. Многие ореховые произрастают и в тропиках, но главным образом в горах.

На рисунке 2 показаны, близкие по форме и строению, современные сердцевидный и серый орех. Для последнего вида характерно также наличие внешней кожистой оболочки, покрывающей скорлупу ореха. На изучаемых орешках такая «кожура» отсутствует – скорее всего, она сгнила.



Рис. 2. Плоды современных сердцевидного (слева) и серого (справа) орехов.

Что дают нам эти находки? Во - первых, они указывают на то, что во время их развития территория современного Среднего Урала располагалась в климатической зоне близкой к влажным субтропиками или южным зонам умеренного климата. Этот этап в геологической истории Урала, когда имело место господство покрытосеменных широколиственных растений, охватывал поздний мезозой (мел) – ранний кайнозой (палеоген) [2]. Одновременно с этим происходило активное нарастающее заселение планеты новым классом живых организмов – насекомыми. Не случайно в песчаном заполнителе внутренних пустот изученных орешков кроме обугленной древесины было обнаружено много фрагментов насекомых - члеников, усиков и крылышек (?) Скорее всего, это были насекомые-«падальщики», питавшиеся продуктами разложения растительной массы.

Второй вопрос, который мы пытались решить - уточнение возраста и генезиса отложений, в которых находились ископаемые орехи. Из справочной ботанической литературы стало известно, что серый орех (впрочем, как и все ореховые и букоцветные) появился в позднем мелу и «живет» поныне. Отложения, в которых захоронена ореховая флора, перекрывают продуктивную каолиноносную толщу осадков и, значит, моложе каолинов. На Урале месторождения осадочных каолинов формировались как в мезозое, так и в палеогене (Сигов, Шуб, 1972). Известно, что меловому осадконакоплению предшествовала эпоха интенсивного и глубокого химического выветривания и последующего многократного размыва и переотложения минерального вещества. Это привело к активной сортировке обломочного материала и его высокой окатанности в целом. В палеогеновое время выветривание, размыв кор выветривания и осадконакопления были менее интенсивными []. Можно предположить, что сходные по генезису осадочные породы палеогена, должны отличаться и по минеральному составу (большее его разнообразие), и по степени окатанности обломков (должно быть больше слабоустойчивых минералов).

Для решения этого вопроса был проведен минералогический анализ песков, выкрошившихся из орехов и с поверхности их скорлупок. Вещества набралось достаточно чтобы разделить его на фракции и по плотности минералов и по магнитным свойствам. Около 90% пробы составили минералы легкой фракции: кварц составил около 60 %, полевые шпаты – 30 %, карбонаты - 7 %, светлые слюды – 2-3%. Магнитная фракция пробы представлены десятками мелких кристаллов магнетита и их осколками и возможно единичными зернами хромита. Парамагнитные минералы составили около 7% пробы и среди них преобладают амфиболы, эпидот, гранаты, ставролит, рутил, хлорит, в редких знаках установлены титанит, пироксен. Тяжелая фракция, составляющая менее 1%, имеет в своем составе пирит, халькопирит (?), медную зелень, циркон. Подобный набор минералов, вероятно, свидетельствует о накоплении осадков в озерном пресноводном бассейне в континентальных условиях предгорной равнины.

## НИЗКОПРОБНОЕ ЗОЛОТО ИЗ РУДОНОСНОГО КАРСТА ГУМЕШЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Халилова А. Ф., Малюгин А. А.

Уральский государственный горный университет

Гумешевское месторождение расположено в Свердловской области и относится к золото-медному типу. Его отличает наличие мощной зоны рудоносного карста, длительная многостадийная история формирования и проявление на завершающей стадии продуктивного низкотемпературного метасоматоза (аргиллизации), наложенного на продукты мезозойского химического выветривания (в том числе заполненный мезозойский карст). Пространственная и временная сопряженность эпипермальной благороднометалльной минерализации с корами выветривания способствовала выделению нового для Урала гипогенно-гипергенного типа золотого оруденения необычного минерального состава и с высоким промышленным потенциалом [1,2]. Золотоносны также и железо-медные скарны, залегающие под корами выветривания.

Одной из особенностей месторождения является обширная зона глубокого заполненного мезозойского карста. Формирование карстовой зоны и ее рудоносность связаны с субсинхронным проявлением низкотемпературных рудно-метасоматических процессов (аргиллизация, джаспероидизация) и химического выветривания [1-3].

Исследования особенностей самородного золота из аргиллизитов, показало, что можно выделить, по крайней мере, три его генерации: 1 - ранняя эндогенная (мезотермальная), 2 - промежуточная – гипергенная (остаточная) и 3 - поздняя – низкотемпературная (эпипермальная). Последняя из них рассматривалась ранее как «новое» золото, образованное в результате высвобождения при выветривании золота из первичных сульфидных и теллуридных руд и его на частицах первой генерации и на вторичных окислах железа. Согласно многочисленным литературным данным, «новое» золото образует сферулы, пленки и своеобразные губчатые агрегаты, весьма «чистые» по химическому составу – пробностью выше 950. В результате коры выветривания обычно содержат более высокопробное золото, чем исходные руды, располагавшиеся гипсометрически ниже и незатронутые гипергенными процессами. Характерной чертой золотоносных кор выветривания Гумешевского месторождения является присутствие в них (в т.ч. на верхних и средних горизонтах) низкопробного золота и электрума, иногда с незначительными новообразованиями золота высокопробного (рис.1).

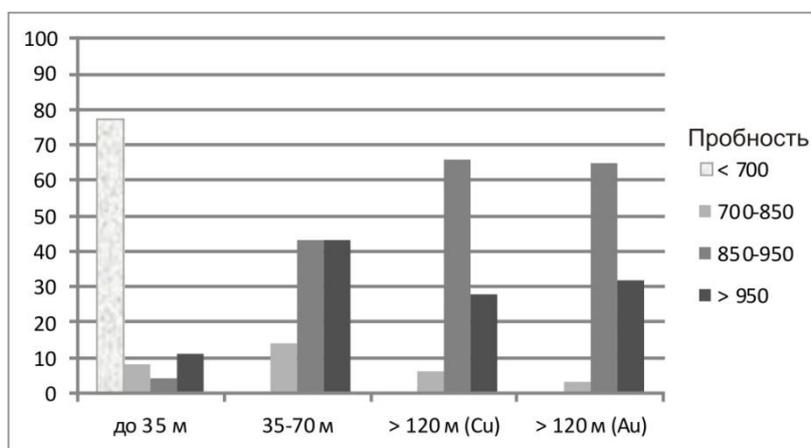


Рис. 1. Распределение золота по пробности на разных интервалах глубин.

Примечание: (Cu) – из блоков богатых медных руд; (Au) – из существенно золоторудной зоны с относительно низкими содержаниями меди

Для «аргиллизитового» золота характерна кристалломорфность (рис. 2) и малые размеры его выделений.

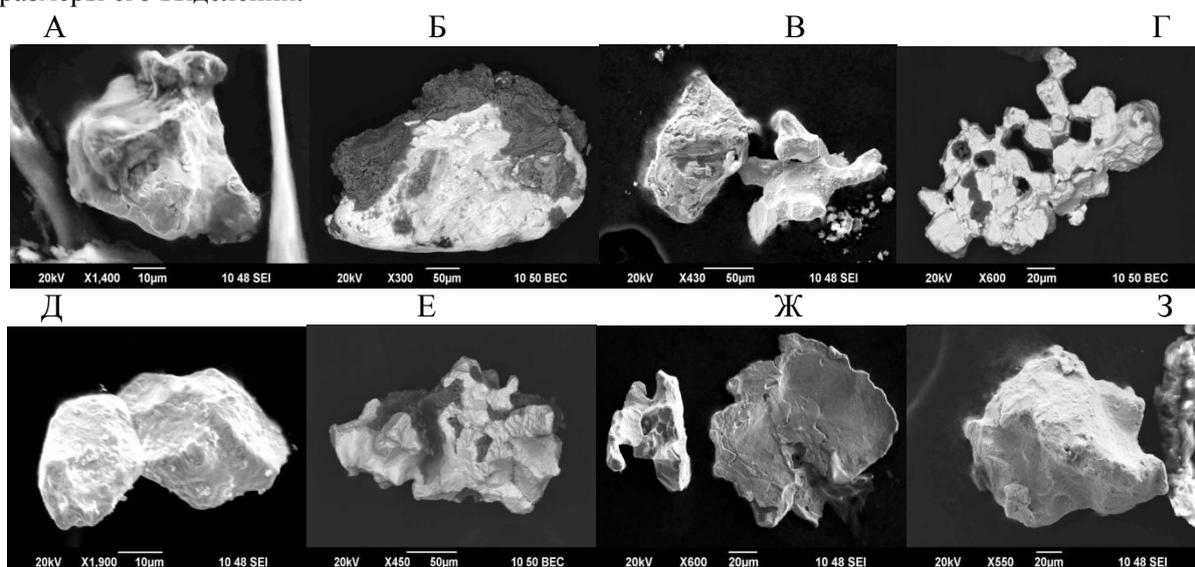


Рис. 2 . Размерность и морфология частиц самородного золота с разноглубинных уровней колонки аргиллизитов центральной части Гумешевского месторождения : А, Б – глубины 100-140 м; В- Д – 30-50 м Е-З- 20-27 м.

Размер золотинок варьирует от 2-3 (для отдельных индивидов) до 100 мкм (для агрегатов и сростаний) при преобладании (67-93 %) фракции менее 0,1 мм.

Исследованиями установлена химическая неоднородность частиц аргиллизитового золота, выражающаяся в наличии участков, различающихся соотношением главных компонентов состава (золото и серебро). Кроме того, в «гумешевском золоте почти всегда отмечается примесь меди, ртути, а в ряде случаев теллура, палладия (табл. 1).

Таблица 1-Состав золота и теллуридов из верхней части аргиллизитовой рудной зоны Гумешевского месторождения (проба - Гум-4318/122/2-12 м)

Номер спектра	С	О	Fe	Ag	Te	Au	Сумма
140	5,54	6,12	1,03	3,65	0,89	82,78	100
141		6,51		38,72	31,19	23,58	100
142	5,64	2,82		4,48		87,06	100
143				42,54	31,89	25,58	100
144				4,72	1,34	93,94	100

Установлены также нарастания неидентифицированных пока теллуридов золота и серебра на низкопробном золоте (спектры 141и 143 (табл. 2).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савельева К.П., Кокорин Н.П., Костромин Д.А., Малюгин А.А., Азовскова О.Б. Проявление полигенного золоторудного метасоматоза в районе Гумешевского медноскарнового месторождения. // Материалы всероссийской конференции «Метасоматизм и рудообразование». Екатеринбург, 1997. С 66-67.
2. Баранников А.Г., Савельева К.П., Амирзанова О природе формирования медистых глин Гумешевского медно-скарнового месторождения. // Известия УГГУ, 2011. Выпуск 25-26. С. 14-22.
3. Грязнов О.Н., Баранников А.Г., Савельева К.П. Нетрадиционные типы золото-аргиллизитового оруденения в мезозойских структурах Урала. // Известия УГГУ. 2007. Вып. 22. С. 41-53.

## ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В КВАРЦЕВЫХ ЖИЛАХ СВЕТЛИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Магасумова Д. В.  
Уральский государственный университет

Светлинское золоторудное месторождение расположено в Челябинской области, на территории подчиненной городу Пласт, в 30 км от него, на северной окраине поселка Светлый. В 1974 г. скважинами была обнаружена рудная зона Светлинского месторождения, а в 1987 г. завершена ее детальная разведка с утверждением запасов в ГКЗ СССР. Месторождение расположено в пределах Восточно-Уральского поднятия.

В пределах Светлинского месторождения в его рудной зоне установлены следующие разновидности метасоматитов: пирит-кварц-хлоритовые, пирит-кварц-биотитовые, простираение которых субмеридиональное, протяженность их более 150 м, шириной до 20 м, развивающиеся по вулканогенно-осадочным породам.

Для данного объекта характерно развитие трёх систем кварцевых жил (выделяющиеся по морфологии и условиям залегания), в том числе и сопровождающих золотоносные пирит-кварц-биотитовые метасоматиты: 1) субмеридиональные, крутопадающие на запад под углом 80°, наиболее крупные жилы, 2) субширотные, крутопадающие на север под углом 70°, самые многочисленные и 3) субмеридиональные, пологопадающие на запад, мелкие и редкие. В центральной части метасоматитов чаще всего наблюдаются кварцевые жилы, формирующие свиту сильно сближенных вплоть до совмещения контактов, кварцевых жил мощностью в среднем 5-10 см. Расстояние между жилами около 0,5- 1 м.

Проведено исследование кварца с отбором проб на рудном участке месторождения методом ICP-MS. Определялись элементы-примеси в жильном кварце. При подготовке проб к анализам кварц не подвергался очистке (хотя отбирались тонкие осколки наиболее чистого кварца визуально, а также с применением стереоскопического микроскопа МБС-10). По результатам анализа ICP-MS рассчитаны содержания элементов-примесей в жильном кварце (см. табл.)

Таблица 1 - Содержание элементов-примесей в кварце Светлинского месторождения (ппм)

Элемент	кварц-биотитовый	кварцевая жила	кварцевая жила	кварцевая жила	рудный	безрудный
	метасоматит	субширот. простир.	субшир. простир.	субмерид. простир.	кварц	кварц
Li	32,2899	0,3269	0,6252	1,2628	1,7352	2,4598
Sc	29,7889	1,8179	0,8603	1,9931	0,6387	2,4332
V	200,0965	0,6336	1,4305	1,9274	0,8169	0,8341
Cr	97,8495	16,8326	55,2805	5,0137	4,7298	1,6819
Mn	1113,1355	227,2401	25,0703	27,5373	31,4143	22,8700
Co	33,6619	4,7010	0,4763	0,4399	1,0690	0,1816
Ni	100,7122	395,8500	27,6640	5,5456	7,7831	4,2677
Cu	16,1909	1,9412	3,2431	9,6651	4,9085	2,3827
Zn	116,9305	27,8547	19,3467	8,8246	14,7753	8,2464
Ge	1,9238	2,1110	2,2984	0,8747	1,2655	0,5954
As	1,1070	0,4944	0,7310	0,6611	12,8446	1,0091
Mo	10,9122	5,8790	0,6136	0,1795	0,2523	0,0872
Ag	0,2193	0,0130	0,0979	0,0622	0,5130	0,1129
Cd	1,8039	0,0796	0,0594	0,0485	0,2660	0,0905
Te	0,0673	н/о	н/о	0,0804	0,0786	н/о
La	13,7470	7,8264	0,3100	1,8345	0,3546	0,3390
Ce	31,5119	16,0294	0,7332	4,2559	0,7783	0,8111
Sm	3,4171	1,9439	0,1312	0,4239	0,1442	0,1482
W	84,4034	46,5103	2,4245	5,5135	3,7021	1,2716
Pb	5,4691	0,0358	1,3234	1,5861	42,6236	0,9547
Th	3,9184	0,0482	0,0702	0,3241	0,0678	0,0764
U	1,2922	0,2057	0,0392	0,1190	0,0373	0,0389

На рисунке показано распределение элементов-примесей в кварцевых жилах и околорудном пространстве. Очевидно, что к кварцевым жилам субширотной ориентировки, а

также к кварц-биотитовым метасоматитам, сопряженных с ними, приурочены повышенные содержания марганца и никеля по сравнению с остальными типами жил, а также незначительные содержания ванадия, цинка и вольфрама. По сравнению со Светлинским месторождением, рудный кварц Андреевского месторождения отличается повышенным содержанием свинца.

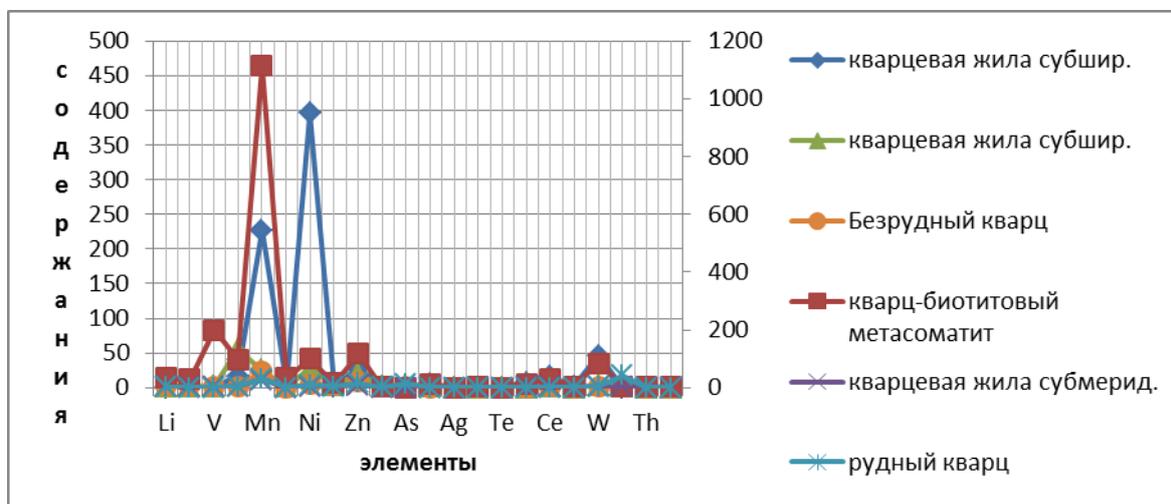


Рисунок - Распределение элементов-примесей в кварцевых жилах и золотоносном метасоматите

Таким образом, распределение элементов-примесей в кварцевых жилах характеризует возможную стадийность образования жил (дорудный, рудный и пострудный кварц). Возможная связь с метасоматитами определена для кварцевых жил субширотного и субмеридионального простирания.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Грязнов О.Н., Савельева К.П., Костромин Д.А. Золотоносные аргиллизиты Светлинского месторождения и кора их выветривания (Южный Урал)// Известия вузов. Геология и разведка. 1995. №5. С.68-82.
2. Кисин А.Ю., Хайрятдинов Р.Р., Храмов А.А. Рудоконтролирующая роль разрывной тектоники на Светлинском месторождении золота// Ежегодник-2011. Тр. ИГГ УрО РАН. 2012. Вып.159.С.154-157.
3. Сазонов В.Н., Огородников В.Н., В.А. Коротеев, Поленов Ю.А. Месторождения золота Урала: Научное издание (второе, исправленное и дополненное).-Екатеринбург: Изд-во УГГА. 2001.-622с.