

## **АННОТАЦИЯ**

диссертации на соискание ученой степени доктора философии PhD  
по специальности 6D070600 – «Геология и разведка месторождений  
полезных ископаемых»

**Ли Елены Сергеевны**

### **ИЗУЧЕНИЕ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ ПЛАТИНОИДОВ И РЗЭ В CU – NI И CU РУДАХ ПИКРИТОВ И КАРБОНАТИТОВ СЕВЕРНОГО УЛЫТАУ С ОЦЕНКОЙ ПЕРСПЕКТИВ ИХ ИЗВЛЕЧЕНИЯ**

Диссертация была посвящена изучению закономерностей формирования, особенностей вещественного состава и генетических особенностей благородных и редких элементов в микроминералах-включениях в сульфидах руд Северного Улытау.

#### **Актуальность исследований**

С точки зрения развития прорывных технологий, сегодня в мире нет более широко обсуждаемой темы, чем производство и потребление редкоземельных элементов (REE) и элементов платиновой группы (PGE) и никеля. Они находят применение в различных сферах производства.

REE являются уникальной группой химических элементов, свойства которых плавно изменяются с увеличением атомного номера элемента. Такая их особенность позволяют использовать REE в качестве геохимических индикаторов источников вещества и механизма процессов, происходящих во всем диапазоне температур и давлений, существующих в природе, начиная от дифференциации мантийного вещества и заканчивая процессами выветривания, формирования состава гидросферы и современных осадочных отложений.

Составы REE в древних сульфидных рудопрооявлениях позволят судить о генетической связи древних колчеданных руд с современными рудоотложениями и возможной природе преобразований, происходящих с рудным веществом в течении формирования месторождений на континентах.

Актуальность настоящей работы определяется необходимостью формирования целостного представления о закономерностях размещения, формах нахождения, составе и генетических особенностях благородных и редких элементов в микроминералах-включениях в сульфидах руд пикритов и карбонатитов Северного Улытау.

Учитывая, что знание состава руд и форм нахождения благородных металлов (металлов группы платины), редких и редкоземельных элементов значительно могут повлиять на экономическую ценность PGE-Cu-Ni и PGE-Cu руд Северного Улытау.

**Цель исследования** - изучение закономерности накопления, распределения и формы нахождения REE и PGE в Cu-Ni и Cu рудах пикритов и карбонатитов Улытау соответственно.

**Основные задачи исследования:**

1. Изучить закономерности распределения и формы нахождения PЗЭ в Ni-Cu и Cu рудах пикритов и карбонатитов Улытау соответственно.
2. Определить степень влияния геолого-тектонических, магматических, минералогических и других факторов на формирование геохимических особенностей пикритов и карбонатитов Северного Улытау.
3. Определить генезис и этапы рудообразования PGE-Cu-Ni и PGE-Cu руд Северного Улытау и связанных с ними благородных и редкоземельных элементов.

**Объект исследования** PGE-Cu-Ni и PGE-Cu руды пикритов и карбонатитов Северного Улытау.

**Научная новизна**

1. В результате исследований установлено, что в пикритах каратургайского комплекса наряду с ранее известными сульфидами (пирротин, пентландит и халькопирит) впервые обнаружены зигенит  $(Co,Ni)3S_4$ , теллурид платины (мончеит)  $(Pt,Pd)(Te,Bi)_2$ , теллурид серебра  $Ag_2Te$ , теллурид свинца (алтаит)  $PbTe$ , селенид свинца  $PbSe$ , твердые растворы металлов иридиевой группы (Ir, Os, Ru), редкоземельные элементы (Dy, Er, Y, Ce).
2. Впервые в составе медноколчеданных руд проявления Майке выделены виоларит  $(Fe,Ni)3S_4+Er$ , Co, пирит ( $FeS_2$ ), сфалерит ( $ZnS$ ), пирротин ( $FeS$ ), микровключения кобальтина ( $CoAsS$ ), никелистого кобальтина ( $NiCoAsS$  (Ru, Rb, Pt, Ir, Os), феррокобальтина ( $FeCoAsS$ ), герсдорфита ( $NiAsS$ ), теллурида серебра ( $\beta-Ag_2Te$ ,  $\gamma-Ag_2Te$ ), акантита ( $Ag_2S$ ), теллурида свинца ( $PbTe$ ), галенита, тестибиопалладита  $Pd(Sb,Bi)Te$ , висмутистого тестибиопалладита, мелонита ( $NiTe_2$ ), вавринита ( $Ni_2SbTe_2$ ).

**Основные защищаемые положения:**

1. Определена закономерность распределения и формы нахождения элементов группы платины (Pt, Ir, Ru, Rh, Os) и редкоземельных элементов (Dy, Er, Y, Ce), в медно-никелевых рудах Каратургайского ультрамафитового комплекса в пределах Улытауского антиклинория на основе исследования минеральных ассоциаций сульфидов, вкрапленных в каратургайские пикриты.
2. Определена закономерность распределения и формы нахождения платиноидов (Pt, Ir, Ru, Rh, Os), редкоземельных элементов (Er, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm) и рения в карбонатитах линейно-трещинного типа и генетически связанных с ними медноколчеданных руд в пределах Маятасского рудного района.

3. Внедрение гипабиссального долерито-пикритового каратургайского комплекса (825 млн. лет), являющегося производным плавления шпинелевого перидотита, происходило на фоне коллизии складчатых структур Улытауского мегатеррейна.

**Конечным результатом работы** является установленные закономерности распространения и форм нахождения REE и платиноидов в PGE-Cu-Ni и PGE-Cu руд пикритов и карбонатитов Северного Улытау соответственно; установлен генезис и этапы рудообразования гипабиссальных пород долерито-пикритового комплекса и линейно-трещинных карбонатитов Улытауской складчатой области.

### **Практическая значимость**

1. Установление пространственно-временного положения сульфидных PGE-Cu-Ni и месторождений в долерито-пикритовых и карбонатитовых породах имеет важное значение для базовых поисковых характеристик, связанных с особенностями рудномагматических систем в составе докембрийских складчатых комплексов.

2. Полученные геохимические данные позволяют определить состав основных полезных компонентов (Pd, Pt, Cu, Ni и др.) в главных минеральных сульфидных фазах, составить представление о термодинамических условиях рудообразования, что имеет важное значение для выбора наиболее оптимальной технологической схемы обогащения.

3. Полученные результаты исследований рудогенеза каратургайских сульфидных руд с REE и PGE свидетельствуют о благоприятных условиях для образования больших концентраций сульфидов в придонных и корневых частях пикрит-долеритового комплекса, что дает возможность рекомендовать бурение для поиска REE и PGE в более высоких концентрациях.

**Личный вклад автора** состоял в сборе, обработке, систематизации, обобщении и интерпретации фактического материала; в проведении полевых работ с отбором образцов для дальнейших аналитических исследований; в проведении лабораторных исследований, в обосновании актуальности научно-исследовательской работы; в изучении геохимии и установлении форм нахождения REE и элементов платиновой группы в сульфидных рудах пикритов и карбонатитов Северного Улытау.

### **Апробация**

Основные положения диссертационной работы докладывались на заседаниях и научно-технических семинарах кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского технического университета, на XVII Международном форуме-конкурсе студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования» – Санкт-Петербург, 2021, на Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и

освоения недр», 2019; на международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основы реализации Плана нации» (Сагиновские чтения) (2019,2020,2021);

Пройдены научные стажировки в периоды 06.10.2019-14.10.2019 на базе Института Геологических наук им. К. Сатпаева, г. Алматы и с 18 апреля по 1 мая 2021 г. в Белорусском Государственном университете (г. Минск, Республика Беларусь) на кафедре «Региональная геология».

За время прохождения научных стажировок были получены консультации по теме диссертации от д.г.-м.н., завдующей лабораторией Минералогия в ИГН им. К. Сатпаева, Бекеновой Г.К., к.г.-м.н. старшего научного сотрудника лаборатории Минералогии в ИГН им. К. Сатпаева Левина В.Л., заведующего кафедрой региональной геологии БГУ (Минск) , к.г.-м.н., доцента Лукашёва О.В., к.г.-м.н. Самодурова В.П., д.г.-м.н., профессора Зуй В.И.

Получены сертификаты об успешном прохождении научных стажировок.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 14 научных трудах, 1 из которых, в изданиях рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 8– в трудах казахстанских и зарубежных международных конференций, и 5 статьи в журналах входящих в базы Scopus, 1 патент.

### **Благодарности**

Автор выражает глубокую признательность научным консультантам, доктору геолого-минералогических наук, Бекеновой Г.К., кандидату технических наук, доценту кафедры ГРМПИ Пономаревой М.В. за помощь в выборе научного направления, помощь в освоении методик расчётов, за научное сопровождение, ценные советы и замечания, а также за поддержку на протяжении всего времени обучения в докторантуре и написания диссертационной работы.

Отдельную благодарность и глубокую признательность автор выражает зарубежному научному консультанту, доктору естественных наук, главному геологу «Astra Mining Kazakhstan» Степанцу В.Г. за ценные рекомендации, мотивацию в научной деятельности, помощь в организации и проведении всех видов исследований по теме диссертации и методическую помощь при выполнении работы.

Автор благодарит преподавателей и сотрудников кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова» на базе, которой были проведены исследования, получены рекомендации и написана диссертационная работа. За ценные советы и консультации автор благодарит к.г.-м.н. Кряжеву Т.В., к.г.-м.н. Антонюка Р.М.

Автор благодарит к.г.-м.н. Самодурова В.П (БГУ, Минск), д.г.-м.н., профессора Зуй В.И. (БГУ, Минск), к.г.-м.н. Левина В.Л., (ИГН, Алматы) за помощь в подготовке проб и проведении лабораторных исследований.