

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на тему:

«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТА РЕДКИХ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ УРАНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ»

представленной на соискание степени доктора философии (PhD)

по специальности 6D070900 – «Металлургия»

ЮЛУСОВА СУЛТАНА БАЛТАБАЕВИЧА

Целью диссертационной работы является обоснование и разработка эффективной технологии извлечения редких и редкоземельных металлов из черносланцевой руды месторождения Баласаускандык, исследование научных основ их выщелачивания и сорбции, а также совершенствование технологии получения концентрата редкоземельных элементов из техногенных минеральных образований от переработки фосфатных урановых руд месторождения Меловое с выделением соединений фосфора в отдельный продукт.

Задачи исследований:

- анализ существующей научно-технической литературы и патентной информации и выбор направления исследований для определения способа переработки сырья;
- физико-химические исследования руды месторождения Баласаускандык и техногенных минеральных образований от переработки урановых руд месторождения Меловое;
- термодинамический анализ взаимодействия породообразующих и полезных минералов исходной руды месторождения Баласаускандык с гидросульфатом аммония при спекании и исследование кинетических зависимостей выщелачивания редких и редкоземельных элементов из спека;
- исследование состава продуктивных растворов в зависимости от рН и оптимизация процесса их очистки от примесей путем осаждения алюмоаммонийных квасцов;
- исследования кинетических зависимостей гидролитического осаждения железа с оптимизацией данного процесса;
- исследование влияния природы редкоземельных элементов на процесс сорбции и разработка технологических параметров сорбции–десорбции редких и редкоземельных металлов из продуктивных растворов от выщелачивания руды месторождения Баласаускандык;
- разработка условий и экспериментальная оценка кислотного и щелочного способов выщелачивания техногенных минеральных образований от переработки фосфатных урановых руд;
- исследование закономерностей выщелачивания фосфора в виде ортофосфата натрия и определение оптимальных условий его выделения в отдельный продукт;
- обоснование и разработка способа осаждения редкоземельных

элементов в виде концентрата из продуктивных растворов от вскрытия техногенных минеральных образований;

- укрупненно-лабораторные испытания в условиях производства технологии извлечения редких и редкоземельных элементов из черносланцевых руд месторождения Баласаускандык.

Методы исследования:

При выполнении диссертационной работы использованы следующие методы анализов: химический анализ образцов выполнен на оптическом эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Optima 2000 DV (США, PerkinElmer), а также на атомно-эмиссионном спектрометре (VARIANAА 240SSAO), рентгенофлуоресцентный анализ осуществляли на спектрометре с волновой дисперсией Venus 200 PANalytical B.V. (PANalytical B.V., Голландия), результаты рентгенофазового анализа получены на аппарате BRUKERD8 ADVANCE на медном излучении при ускоряющем напряжении 36 кВ, токе 25 mA, ИК – спектроскопический анализ выполнен на ИК-Фурье спектрометре «Thermo Nicolet» Avatar 370 FTIR Spectrometer, в области 400-3600 см⁻¹, термический анализ - на приборе синхронного термического анализа STA 449 F3 Jupiter, данные картирования элементного и фазового состава образцов получены на электронно-зондовом микроанализаторе JXA-8230 фирмы JEOL (Япония), электронномикроскопические исследования выполнены на энерго-дисперсионном спектрометре Inca Energy фирмы «Oxford Instruments». Термодинамический анализ процессов выполнен на программе HSC Chemistry версии 5.1;

Основные положения, выносимые на защиту:

- результаты физико-химических исследований руды месторождения Баласаускандык и техногенных минеральных образований от переработки урановых руд месторождения Меловое;

- результаты термодинамического анализа взаимодействия вмещающей породы исходной руды месторождения Баласаускандык и минералов, содержащих ценные компоненты, с гидросульфатом аммония;

- результаты исследований процесса вскрытия руды месторождения Баласаускандык путем спекания ее с сульфатом аммония в присутствии концентрированной серной кислоты;

- результаты исследований кинетических зависимостей выщелачивания редких и редкоземельных элементов разбавленным раствором серной кислоты;

- результаты очистки продуктивных растворов от примесей путем осаждения алюмоаммонийных квасцов;

- результаты исследований кинетических зависимостей процесса гидролитического осаждения железа из продуктивных растворов;

- результаты сорбционного извлечения редких и редкоземельных элементов из продуктивных растворов от выщелачивания руды;

- результаты исследования процессов щелочного и кислотного, а также двухстадийного - щелочно-кислотного вскрытия техногенных минеральных образований от переработки фосфатных урановых руд с выделением

соединений фосфора в отдельный продукт. Результаты исследования условий осаждения концентрата РЗЭ из продуктивных растворов от вскрытия ТМО; результаты укрупненно-лабораторных испытаний в условиях производства технологии переработки черносланцевой руды месторождения Баласаускандык с извлечением редких и редкоземельных элементов.

Описание основных результатов исследования:

1) Комплексом физико-химическим исследований устоявлено, что редкие и редкоземельные элементы в исследуемой руде находятся в различных минералах в виде включений в кремнисто-углеродистой матрице. Это одна из причин не полного выщелачивания их при испытаниях различных вариантов технологии переработки руды.

2) Исследование кинетики процесса выщелачивания Р и РЗМ из спека черносланцевых руд показало, что процесс лимитируется диффузными ограничениями ($E_A=4,57\text{кДж/моль}$);.

3) Определены константы процесса термогидролиза и значение энергии активации – $41,5\text{ кДж/моль}$ указывает на возможность протекания что осаждение железа в кинетическом режиме.

4) На основании ИК - спектроскопического исследования насыщенного РЗЭ из модельного раствора ионита КУ-2-8н сделано предположение, что в матрице исходной смолы происходит взаимодействие катиона РЗЭ с сульфогруппами ионита с образованием комплекса, размер которого влияет на степень сорбции РЗЭ при этом размер комплекса в прямой зависимости от атомного радиуса комплексообразователя. На основе сопоставления результатов математической обработки ИК- спектров ионитов, насыщенных отдельными редкоземельными элементами, установлено, что о влиянии их природы на величину степени сорбции можно судить по величине интенсивности полосы ИК- спектров отдельных РЗЭ при волновом числе 1220 см^{-1} ;

Обоснование новизны и важности полученных результатов: Исследования, проведенные в ходе выполнения диссертационной работы, позволили детально изучить вещественный и фазовый состав, на основании чего смоделировать расположения Р и РЗМ в руде, теоретически обосновать и экспериментально подтвердить возможность переработки черносланцевых руд месторождения Баласаускандык спеканием, выщелачиванием и сорбционным концентрированием Р и РЗМ. Принципиальным отличием предлагаемой технологической схемы от существующих современных способов переработки черносланцевых руд является вскрытия черносланцевой руды путем спекания с сульфатом аммония в присутствии концентрированной серной кислоты и последующего выщелачивания спека. Такой подход позволит повысить степень извлечения редких металлов, а также попутно извлечь РЗЭ в виде концентрата, что будет способствовать повышению комплексности использования минерального сырья и расширит номенклатуру производимой продукции.

Научная новизна технических решений подтверждена выдачей патента РК № 33153 Способ извлечения редкоземельных элементов из кремнистого

сырья, опубл. № бюл.38. 15.10.2018. и патента РК № 34620 Способ переработки углерод-кремнеземистых руд, опубл. № бюл. 46 – 20.11.2020г.

Соответствие направления развития науки или государственным программам. В данной работе предлагается новый способ вскрытия черносланцевой руды путем спекания с гидросульфатом аммония и последующего выщелачивания спека. Такой подход позволит повысить степень извлечения редких металлов, а также попутно извлечь РЗЭ в виде концентрата, что будет способствовать повышению комплексности использования минерального сырья и расширит номенклатуру производимой продукции.

Разработан усовершенствованный способ извлечения РЗЭ, в виде концентрата, из техногенных минеральных образований от переработки фосфатных урановых руд, который позволяет выделить фосфор в отдельный полупродукт, способствуя повышению комплексности использования исходного сырья и рентабельности производства.

Исследовательская работа соответствует приоритетному направлению развития науки «Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции».

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации

1 Sultan Yulusov, Tatyana Y. Surkova, Vladlen A. Kozlov, Madina Barmenshinova Application of hydrolytic precipitation for separation of rareearth and impurity elements, Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 53, 1, 2018, P. 27-30: подготовка и проведение исследований, анализе и обобщении полученных результатов, написании текста статьи;

2 Sultan Yulusov, Tatiana Y. Surkova, Leila U. Amanzholova, Madina B. Barmenshinova, On sorption of the rare-earth elements, Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 53, 1, 2018, P. 79-82. подготовка и проведение исследований, анализе и обобщении полученных результатов, написании текста статьи;

3 Юлусов С.Б., Козлов В.А., Егоров Н.Б., Суркова Т.Ю., Байгенженов О.С. Физико-химические исследования урансодержащего сырья месторождения Баласаускандык // Вестник КазНУ, 2019, № 1(130), С. 377-383: подготовка и проведение исследований, анализе и обобщении полученных результатов, написании текста статьи;

4 Б.К.Кенжалиев, Т.Ю. Суркова, С.Б. Юлусов, Э.А.Пирматов, А.П. Дуленин. Получение концентрата редкоземельных элементов из отходов и промпродуктов урановой промышленности. // КИМС, №1, 2017. С 70-77: подготовка и непосредственное участие в проведении исследований, анализе и обобщении полученных результатов, написании текста статьи;

5 Байгенженов О.С., Юлусов О.Б., Хабиев А.Т., Сыдыканов М.М., Акбаров М.С. Исследование процесса выщелачивания редких и редкоземельных металлов из черносланцевых руд Большого Каратау // КИМС,

2019, №3. С. 76-80: подготовка и проведение исследований, анализе и обобщении полученных результатов, написании текста статьи;

6 Yulusov S.B., Kozlov V.A., Egorov N.B., Surkova T.Yu., Itygina D.R.. Thermodynamic assessment of the interaction of the main components of polymetallic carbon-siliceous ores with ammonium hydrosulfate // XIII International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology. -Warsaw, 2019. P 20-22: подготовка и проведение исследований, анализ и обобщение полученных данных, написании текста доклада;

7 Kengaliev B.K., Surkova T.Yu., Yulusov S.B., Pirmatov E.A., Dulenin A.P.. Rare-Earth concentrate production from technogen mineral formations // ASRTU Conference proceedings international conference with Elements of School for Young Scientists on Recycling and utilization of tehnogenic Formations. - Ekaterinburg, 2017. P 152-156: подготовка и проведение исследований, анализ и обобщение полученных данных, написании текста доклада;

8 Юлусов С. Б., Суркова Т. Ю., Козлов В. А.. Поведение редкоземельных и примесных элементов в процессе гидролитического осаждения их из растворов переработки урансодержащего сырья//Международная конференция: Сатпаевские чтения «Научное наследие Шахмардана Есенова».- Алматы 2017. С 424-427: подготовка и проведение исследований, анализ и обобщение полученных данных, написании текста доклада;

9 Козлов В.А., Байгенжинов О.С., Юлусов С.Б., Жумақынбай Н., Дагубаева А.Т. Перспектива производства редких и редкоземельных металлов из углерод-кремнеземистых полиметаллических руд Большого Каратау// Международная научно-практической конференции «Эффективные технологии производства цветных, редких и благородных металлов». - Алматы, 2018. С 273-275: подготовка и проведение исследований, анализ и обобщение полученных данных, написании текста доклада;

10 Юлусов С.Б. Редкоземельные элементы в черносланцевых рудах, XVIII Международная научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва «Химия и химическая технология в XXI веке». - Томск, 2017. С 397-398: подготовка и проведение исследований, анализ и обобщение полученных данных, написании текста доклада;

11 Патент РК №33153 Способ извлечения редкоземельных элементов из кремнистого сырья / Юлусов С.Б., Дуленин А. П., Суркова Т. Ю., Кенжалиев Б. К., Пирматов Э. А. Оpubл. Бюл. №.38. 15.10.2018. : научно-теоретическое обоснование и непосредственное участие в написании заявки;

12 Патент РК № 34620 Способ переработки углерод-кремнеземистых руд. / Козлов В.А., Юлусов С.Б., Байгенженов О.С., Омар Г., Жумақынбай Н. Оpubл. Бюл. №46 – 20.11.2020г: научно-теоретическое обоснование и непосредственное участие в написании заявки;