
ПОЛУЧЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ ИЗ БЕДНОГО И НЕТРАДИЦИОННОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

А.А. Зубков¹, З.М. Шуленина¹,
А.Е. Воробьев²

¹ООО «Экомет Плюс», г. Москва

²Кафедра нефтепромысловой геологии,

горного и нефтегазового дела

Инженерный факультет

Российский университет дружбы народов

ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

Предлагаются разработанные авторами комбинированные флотационно-гидрометаллургические технологии получения редкощелочных металлов из слюд и бедных по содержанию металлов лейкократовых гранитов. Разработаны технологии извлечения рения из пылей горно-металлургических предприятий и пылей ТЭЦ от сжигания углей с использованием ионной флотации. Определена возможность получения из строительных песков редких металлов с высокой степенью их извлечения.

Ключевые слова: цезийбиотитовые сланцы, рений, цезий, литий, лантан, ионная флотация, выщелачивание, рутил, ильменит.

Бурное развитие мирового научно-технического прогресса требует применение новых, конкурентоспособных в современной рыночной системе, материалов, товаров и изделий с уникальными характеристиками, которые обеспечиваются широким применением в различных отраслях промышленности редкоземельных металлов (РЗМ). Мировой рынок РЗМ и цены на них стремительно растут: с 1964 по 1997 гг. увеличились в 17 раз, а с 1997 по 2007 гг. — в 20,5 раз [1].

Во всем мире уровень использования редкоземельных металлов рассматривается в качестве безальтернативного катализатора научно-технического прогресса, индикатора экономической и национальной безопасности промышленно развитых стран.

Современное состояние редкоземельной отрасли в России не соответствует поставленным задачам инновационного развития экономики ни по суммарному объему производства РЗМ (производится около 3,0 тыс. т в год из необходимых 15—18,0 тыс. т), ни по их составу (производятся в основном легкие, неразделенные РЗМ), а также из-за отсутствия отечественных мощностей по их разделению.

В настоящее время в России и странах СНГ работает единственное предприятие, добывающее редкоземельное сырье, — ОАО «Ловозерский ГОК» в Мурманской области. Производя лопаритовый концентрат из эвдиалитового сырья, на конечном этапе технологического передела получают оксиды РЗМ, ограниченные комплексными продуктами и индивидуальными РЗМ цериевой группы (лан-

тан, церий, празеодим, неодим); тяжелых РЗМ и иттрия практически нет. Для обеспечения потребности промышленности в редкоземельных и редких металлах Россия ежегодно закупает их на 1,0 млрд долл. США.

Между тем в Хибинских апатитах сосредоточено 43,5% запасов РЗМ по категориям В + С₁ + С₂ и соотношение большинства индивидуальных РЗМ, содержащихся в апатитовом концентрате, близко к оптимальному в структуре потребления страны. Кроме того, выделяемые при переработке апатитового концентрата соединения РЗМ содержат мало радиоактивных компонентов, что упрощает их дальнейшую переработку. В случае успешного решения проблемы выделения РЗМ из апатитовых концентратов и продуктов их переработки (фосфогипса) их количество может обеспечить не только полное удовлетворение потребностей страны, но и экспорт.

Расширение сырьевой базы получения редкоземельных металлов возможно при ведении работ в трех основных направлениях:

- разработка технологии получения редкоземельных металлов из нового типа сырья;
- повышение извлечения редкоземельных металлов за счет интенсификации флотационных процессов, разработки и использования нового оборудования;
- комплексное использования руд при добыче и переработке.

Новые виды минерального сырья. За последние 10—15 лет геологи выявили достаточно много объектов, которые в настоящее время не могут быть освоены без разработки новейших технологий. Например, в пегматитовых провинциях Сибири и Европейской части России известна разновидность биотита — цезиевый биотит, который образует мощные зоны в экзоконтакте промышленных танталосодержащих пегматитов. В цезийбиотитовых метасоматитах редкие щелочные элементы Rb и Cs концентрируются в биотите. Для получения редких элементов из биотитсодержащих руд, нами проводились исследования в двух направлениях:

- обогащение руды и гидрометаллургическая переработка концентрата;
- непосредственная гидрометаллургическая переработка руды.

Обогащение цезийбиотитовой руды велось по флотационной схеме, включающей основную и контрольную флотацию с АНП при pH 3—4. По этой схеме были проведены полупромышленные испытания, при которых получены показатели: извлечение Rb и Cs во флотационный концентрат составило 50—55%.

Перед флотацией отделяли шламы — 20 мкм, содержащие, как правило, в 1,5 раза больше щелочных металлов, чем в исходной руде. Объединение обогащенных шламов с флотационными концентратами позволило повысить извлечение щелочных металлов до 80%, при некотором увеличении выхода обогащенного продукта.

Проведены опыты по выщелачиванию цезийбиотитовой руды и концентратов разбавленным раствором серной кислоты, и изучено влияние на извлечение Rb и Cs в раствор следующих факторов: содержание полезных компонентов в руде, концентрация серной кислоты, продолжительность процесса, температура, отношение жидкой и твердой фаз и крупность частиц биотита. С целью сокращения расхода серной кислоты и уменьшения объема технологических растворов

предложено проводить выщелачивание 3%-ным раствором серной кислоты при отношении Ж : Т = 10 : 1 в две стадии, при этом достигается извлечение Rb 85%, а Cs — 90%. На основании исследований ионообменных свойств природного сорбента—клиноптилолита было предложено использовать его для извлечения Rb и Cs из растворов выщелачивания цезийбиотитовой руды.

Было показано, что при применении для выщелачивания 3%-ной серной кислоты раствор с рН = 0,6 может быть использован для сорбционного извлечения Rb и Cs без нейтрализации. Десорбции щелочных металлов с клиноптилолита осуществляется раствором 0,4N $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ и 0,1N NH_4OH , при этом в элюат переходит до 60% рубидия и до 20% цезия. Этот раствор в дальнейшем может быть использован для получения рубидия. Цезий в этом растворе не является безвозвратно потерянными, при выделении рубидия цезий переходит в оборотный раствор и возвращается в голову процесса очистки цезиевых растворов.

В итоге предложена оригинальная технологическая схема извлечения редких щелочных металлов из цезийбиотитовых руд, основанная на декатионировании биотита разбавленным раствором серной кислоты в мягких условиях и на выделении и разделении Rb и Cs с использованием дешевого природного сорбента — клиноптилолита [2].

Комплексное использование бедных редкометалльных руд. Исследования проводились с целью изучения возможности получения редких металлов, таких как литий, рубидий, цезий из бедной редкометалльной руды, вмещающими породами которой является лейкократовые граниты.

В представленной рудной пробе месторождения Караалах установлены содержания редкощелочных металлов, в количестве (%): Li_2O — 0,99—1,02; Rb_2O — 0,23; Cs_2O — 0—0,1; а также сопутствующих редких металлов, в г/т: Ta_2O_5 — 120—130; Nb_2O_5 — 135—140; ZrO_2 — 75—80, La — 12,0.

Минералогическим анализом установлено:

— основными рудными минералами являются сподумен, слюды, танталит, колумбит, циркон;

— большую часть представляют полевые шпаты, преимущественно альбит;

— нерудные минералы представлены кварцем, турмалином, сфеном;

— акцессорные минералы представлены гранатом, поллуцитом, пироксеном.

Слюды представлены различными разновидностями: лепидолитом, мусковитом, циннвальдитом, флогопитом. С ними связано (%): Rb_2O — 45,0; Cs_2O — 65,0.

Сподумен — основной концентратор лития, танталит — концентратор тантала и ниобия, циркон — единственный концентратор циркония.

Кварц содержит примеси (%): окиси алюминия около 3,5; окиси железа (III) и хрома 0,7 и 0,08 соответственно. Полевые шпаты составляют большую часть пробы (около 63—65%) и содержат много редких элементов, таких как ниобий, тантал, рубидий, цезий и проч., но при малых содержаниях, не представляющих практического интереса.

Разработанная гравитационно-флотационная схема обогащения включает первичное измельчение руды до 0,5 мм с отдельной переработкой зернистой

и шламовой фракций (–0,044 мм) на центробежных сепараторах с получением редкометалльного коллективного промпродукта (объединенного — зернистого и шламового), суммарно содержащего (%): 1,25 — Ta₂O₅; 1,0 — Nb₂O₅ и 0,7 — ZrO₂, при извлечении 65, 60 и 70 соответственно. При получении этого промпродукта производится 3-стадиальное межцикловое обогащение на центробежных сепараторах с конечным измельчением руды до 100% кл. — 0,1 мм и обесшламливания измельченного продукта по кл. крупности — 0,044 мм после каждой стадии измельчения.

Практический интерес представляют результаты изучения распределения лантана по продуктам обогащения (таблица).

Таблица

Распределение лантана по продуктам обогащения (%)

Наименование продукта	Выход	Содержание La	Извлечение
Объединенный коллективный редкометалльный концентрат	1,5	0,0692	86,5
Слюдяной концентрат	7,3	0,0014	8,5
Сподуменовый концентрат	6,7	—	—
Кварцевый концентрат	14,8	—	—
Полевошпатовый концентрат	49,6	—	—
Шламы отвальные (–0,044)	20,1	0,0003	5,0
Исходный продукт (руда)	100,0	0,0012	100,0

Как следует из приведенных данных, лантан в основном переходит в редкометалльный коллективный концентрат в голове технологического процесса на 86,5% при содержании 690 г/т. Полученный концентрат, вернее, промпродукт, содержащий редкие металлы, необходимо направлять на переработку металлургическими методами.

Хвосты гравитационного обогащения, содержащие основную часть редкощелочных металлов в сподумене и слюдах, направляются на селективную флотацию с получением слюдяного, сподуменового, полевошпатового и кварцевого концентратов.

В слюдяной концентрат извлекается 17% окиси лития, 46,5% окиси рубидия и 56,4% окиси цезия, который направляется на кислотную обработку с получением селективных товарных продуктов лития, рубидия и цезия по разработанной нами технологии с использованием природных сорбента — клиноптилолита. Из кека после выщелачивания редкощелочных металлов получен высококачественный материал — сипласт, потребность в котором во многих отраслях народного хозяйства с каждым годом возрастает ввиду уникальных свойств этого материала [1—3].

В сподуменовый концентрат извлечение окиси лития составило 47,5, окиси рубидия — 2,6 и окиси цезия 1,8% при содержании 7,9, 0,1 и 0,02% соответственно. Этот концентрат отправляется на переработку с целью выделения редких щелочей по традиционной технологии. Основные потери редких щелочей связаны с полевошпатовым концентратом ввиду его большого выхода, хотя при небольших содержаниях в нем редкощелочных металлов.

С целью повышения комплексности использования сырья предложено облагораживание кварца и полевого шпата за счет удаления окислов железа и глинистых соединений методом оттирки в щадящих условиях в барабанах с дальнейшим обесшламливанием этих нерудных концентратов по классу крупности — 0,01мм. После обесшламливания получены полевошпатовые и кварцевые концентраты высокого качества, содержащие незначительные количества темноцветных и других лимитирующих минералов.

Кварцевый концентрат, содержащий около 0,3% окислов железа и 0,5% окиси алюминия, пригоден для получения тарного стекла и производства промышленного строительного материала, а полевошпатовый концентрат может быть исходным сырьем для производства строительной керамики.

Разработанная схема и технологический режим позволяют получить товарные неметаллические продукты: кварцевый, полевошпатовый, сипласт, а также редкие щелочи со сквозным извлечением (%): лития — 75—77; цезия — 63—72, рубидия — 81—82.

Помимо этих товарных продуктов попутно получен бедный коллективный редкометальный концентрат, в который извлекается 86,5% лантана. В настоящее время отрабатывается технология переработки этого продукта с целью извлечения из него редких металлов и получения товарной продукции — тантала, ниобия, циркония, а также лантана, с последующим определением ее экономической эффективности.

Таким образом, предложено вовлечение в переработку бедного комплексного редкометального сырья по малоотходной технологии (выход отвальных шламов вместе со шламами оттирки кварцевого и полевошпатового концентратов составляют не более 19—20%).

Оценка возможности выделения рения из бедного сырья. Рений является одним из самых рассеянных элементов, поэтому особо актуальна задача извлечения его из бедных видов сырья, а также побочных продуктов горно-металлургических комбинатов.

При обогащении медных руд рений извлекается из медных концентратов гидрометаллургическими методами. При обогащении медных ренийсодержащих руд значительная часть его теряется с не извлекаемыми окисленными минералами меди, пустой породой и частично выщелачивается непосредственно водой во флотомашинах и сгустителях.

Для перевода рения в раствор используется водное, щелочное, кислотное выщелачивание, применяются окислители, проводится электрохимическое выщелачивание, а также спекание с известью с последующим выщелачиванием. Непосредственное водное выщелачивание эффективно для продуктов, в которых рений находится преимущественно в виде семиоксида, в пылях от обжига медных концентратов рений чаще бывает в виде трехоксида, двуоксида, а также сульфида. Извлечение рения из большинства видов сырья при водном выщелачивании составляет 30—60%, при щелочном 30—45%, при кислотном 30—45%; с применением окислителей 65—85 %, а при электрохимическом выщелачивании достигает 99%.

Целью исследований являлось выявление возможности извлечения рения из бедных видов сырья. Нами совместно с инженером С.Т. Бучко было изучено выщелачивание в относительно мягких условиях пыли электрофильтров Сызранской ТЭЦ (содержание Re — 10—6%), работающей на горючих сланцах; золы сланцев месторождения Уртабулак (содержание Re — 10—4%) и пыли электрофильтров Норильского ГМК (содержание — 10—4%) [3].

Определялось извлечение рения при $T = 80$ °С, времени выщелачивания 240 мин. и концентрации NH_4OH равной 2 г-моль/л в зависимости от соотношения жидкой и твердой фазы (Ж: Т). Наибольшее извлечение рения — 95% наблюдалось для пылей электрофильтров НГМК при соотношении Ж : Т = 2, для золы сланцев месторождения Уртабулак оно составляло 70%, а для пылей Сызранской ТЭЦ — примерно 50%.

Температура практически не влияет на процесс выщелачивания данных видов сырья. Повышение температуры от 20 °С до 90 °С дает весьма незначительное увеличение извлечения рения.

Применение для выщелачивания растворов щелочи позволяет повысить извлечение рения по отношению к воде примерно на 30% для пылей НГМК и 20% для зол сланцев месторождения Уртабулак, но практически не влияет на извлечения рения из пылей электрофильтров Сызранской ТЭЦ [4].

Установлено, что изменение концентрации щелочи от 0 до 2 г-моль/л приводит к значительному повышению извлечения рения, а дальнейшее увеличение ее концентрации не влияет на извлечение. Для оптимального извлечения рения (до 70%) выщелачиванием при температуре 80 °С, соотношении Ж : Т = 3, при концентрации NH_4OH равной 2 г-моль/л достаточно 2 час.

Водное выщелачивание с добавкой перекиси водорода 0,2 г/л, при $T = 60$ °С позволило увеличить извлечение рения из золы сланцев месторождения Уртабулак до 80%, а извлечение рения из пылей электрофильтров Сызранской ТЭЦ практически не меняется.

В процессе переработки медно-молибденовых руд водорастворимый рений теряется при получении концентратов во флотационных машинах и сгустителях, а также при репульпации и фильтрации концентратов. При этом концентрация рения в растворах обычно составляет 50—300 мг/м³. Объектом для извлечения рения могут быть также воды хвостохранилищ. Применение известных методов извлечения рения — экстракции, адсорбции на активированном угле, ионного обмена для разбавленных растворов малоэффективно.

Известно, что извлечение металлов из разбавленных растворов возможно ионной флотацией, сущность которой состоит в том, что в раствор или суспензию, содержащую рений в ионной форме, вводят реагент (собиратель), диссоциированный на ионы противоположного заряда. В результате их взаимодействия должно образоваться мало диссоциированное соединение, обладающее поверхностной активностью. Аэрация суспензии приводит к закреплению на поверхности воздушных пузырьков поверхностно-активного соединения, содержащего полезный компонент с последующей концентрацией его в пенном слое.

В качестве собирателя использовались некоторые известные экстрагенты, лучшим из которых оказался тридециламин гидрохлорид (ТДАГХ). Исходным являлся раствор рения при концентрации 5 мкг/мл, в качестве собирателя применяли раствор ТДАГХ. в этиловом спирте. В качестве вспенивателя использовали 1%-ный раствор алкилсульфат натрия. Изучение зависимости извлечения рения от соотношения ТДАГХ : Re проводили при $\text{pH} = 6,8$, расходе вспенивателя 0,1 мл/л раствора и продолжительности флотации 20 мин.

Установлено, что оптимальное извлечение рения 88,5% достигается при соотношении равном 5. Дальнейшее увеличение соотношения ТДАГХ/Re не приводит к повышению извлечения рения. Влияние pH на ионную флотацию рения из чистого раствора изучалось при соотношении ТДАГХ/Re равном 5. Оптимальное извлечение рения происходит при $\text{pH} = 6-8$, а в более кислой и щелочной средах извлечение резко падает.

Зависимость извлечения рения от исходной концентрации его в растворе позволяет судить об эффективности метода ионной флотации. Значительное извлечение рения при соотношении ТДАГХ : Re = 5, наблюдается уже при концентрации рения 2 мкг/мл, а при концентрации 4 мкг/мл и выше достигает оптимального значения 88%.

Таким образом, показана возможность эффективного извлечения рения из растворов методом ионной флотации при исходной концентрации 2 мкг/мл и выше.

Получение редких металлов из строительных песков. На территории России в больших объемах добываются строительные пески, большая часть которых содержит редкие металлы, ныне не извлекаемые, часто ввиду отсутствия эффективной технологии и низкой рентабельности их извлечения.

Вовлечение в сырьевую базу попутного получения редких металлов из таких сырьевых источников позволит частично восполнить дефицит в цирконе, титане и других редких металлах, который возник в России после распада СССР.

Для исследований были выбраны пески Кореневского месторождения, находящегося в Рязанской области, в районе с хорошо развитой инфраструктурой. Пески содержали следующие минералы (%): кварц + полевошпат — 87—88; циркон — 1,0; ильменит — 4,0; дистен — 3—4; ставролит — 0,4; гематит — 1—1,5. Минералами титана являются ильменит, рутил, лейкоксен.

По разработанной нами технологии получены высококачественные, с малым содержанием фосфора концентраты редких металлов с извлечением (%): 86,0 окиси циркония; 89,4 окиси титана и черновой концентрат стекольных песков, с выходом около 82% и содержащий 95% окиси кремния и около 1% окислов титана и железа.

Доводка концентрата, пригодного для стекольного производства, предложена методом оттирки в шаровых мельницах с добавлением небольшого количества фарфоровых шаров или в барабанах, футерованных резиной с последующим его обесшламливанием. Такой метод оттирки позволил получить в стекольных песках 98,3% окиси кремния и суммарное содержание окислов железа и титана 0,37%.

Согласно заключению института ГИСа, полученный кварцевый песок может быть использован при производстве полубелой тары, стекловолокна, изоляторов, пеностекла, силикатглыбы и прочих изделий и материалов.

Разработанная технология позволяет из песков, используемых ранее только для получения дешевой продукции — силикатного кирпича, получать попутно ценные редкие металлы с высокой степенью их извлечения, а также обогащенные пески, которые могут быть использованы в производстве высококачественной стекольной продукции [5].

Повышение степени извлечения полезных компонентов из руд является огромным резервом увеличения производства всех металлов, в том числе и редких. Действительно, степень извлечения полезных компонентов из руд для редких элементов является особенно низкой. Так, например, извлечение минералов тантала, ниобия или олова при обогащении бедных пегматитовых руд обычно составляет около 50%, а поллуцита или берилла и того меньше. Если учесть еще и потери при металлургическом переделе, а также неполное извлечение ряда полезных компонентов из комплексных руд, очевидной становится необходимость повышения степени извлечения полезных компонентов из редкометалльных руд за счет совершенствования технологии.

Одним из перспективных направлений повышения извлечения является физическое воздействие на флотационную среду, например, ультразвука, которое согласно нашим исследованиям, позволило повысить извлечение цезия из цезий-биотитовых сланцев.

Исследования проводились на флотационной машинке механического типа с вмонтированным источником ультразвука непосредственно во флотационную камеру. Наиболее высокая эффективность флотации получена при использовании импульсного ультразвукового облучения. Это позволило повысить извлечения из биотитовых сланцев с 50 до 70% при улучшении качества концентрата и отказаться от традиционной технологии обогащения таких руд с использованием кислой среды.

Дальнейшие работы в этом направлении позволили нам предложить новую конструкцию флотомшины — колонную с использованием высокочастотного ультразвукового устройства.

Использование высокопроизводительного аппарата в сочетании с высокими технологическими показателями флотации даст возможность предприятиям редкометалльной промышленности перерабатывать как традиционные бедные руды, так и нетрадиционные виды сырья, например, цезийсодержащие биотитовые сланцы, различные слюды, обогащенные редкощелочными металлами.

Для расширения сырьевой базы редких элементов большое значение может иметь их попутное извлечение. Поэтому для действующих горно-обогатительных и металлургических предприятий важное значение приобретает разработка методов извлечения полезных компонентов из хвостов обогатительных фабрик и других промышленных отходов.

Таким образом, минеральным сырьем для непосредственного технологического передела на соли лития, рубидия и цезия могут служить некоторые слюды, получаемые попутно при добыче берилла, флюорита.

Например, в процессе флотации берилла из руды, добываемой при разработке олигоглаз-флогопитовых жил, может быть получен флогопитовый продукт, содержащий 0,04—0,05% окиси цезия, 0,4% окиси рубидия и 0,5% окиси лития.

При переработке слюдисто-флюоритовых руд в хвостах его флотации остается слюдистый продукт, состоящий из смеси мусковита, цинвальдитаэфесита и других слюд, в котором содержится до 0,5% окиси рубидия, 0,025% окиси цезия и 0,8% окиси лития.

Технологические исследования, направленные на повышение извлечения редких элементов из руд, попутное извлечение редких элементов и технологическое освоение новых типов редкометального сырья, являются значительным резервом расширения сырьевой базы редкоземельных и редких металлов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Савельева И.Л.* Редкоземельная промышленность России: современное состояние, ресурсные условия развития // Научный журнал География и природные ресурсы. 2011. № 1. С 122—129. [*Savel'eva I.L. Redkozemel'naja promyshlennost' Rossii: sovremennoe sostojanie, resursnye uslovija razvitija // Nauchnyj zhurnal Geografija i prirodnye resursy. 2011. N 1. S 122—129.*]
- [2] *Челищев Н.Ф., Капитонова Т.А., Крюков В.Л., Давыдов Н.Ф., Зубков А.А.* Разработка технологии гидрометаллургического передела цезийбиотитовых руд. Школа передового опыта по технологии извлечения полезных компонентов из новых типов сырья и бедных руд. — М., 1974. [*Chelishhev N.F., Kapitonova T.A., Krjukov V.L., Davydov N.F., Zubkov A.A. Razrabotka tehnologii gidrometallurgicheskogo peredela cezijbiotitovyh rud. Shkola peredovogo opyta po tehnologii izvlechenija poleznyh komponentov iz novyh tipov syr'ja i bednyh rud. — M. 1974.*]
- [3] *Бучко С.Т., Зубков А.А., Челищев Н.Ф.* К вопросу об ионной флотации рения из растворов. — М., 1975. [*Buchko S.T., Zubkov A.A., Chelishhev N.F. K voprosu ob ionnoj flotacii renija iz rastvorov. — M., 1975.*]
- [4] *Зубков А.А., Шуленина З.М.* Резервы расширения сырьевой базы производства редких щелочных металлов // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Материалы Пятой международной конференции. Москва — Кызыл-Кия, 18—22 сентября 2006 г. — М.: Изд-во РУДН, 2006. [*Zubkov A.A., Shulenina Z.M. Rezervy rasshirenija syr'evoj bazy proizvodstva redkih shhelochnyh metallov // Resursovosproizvodjashhie, maloohodnye i prirodohrannye tehnologii osvoenija nedr: Materialy Pjatoj mezhdunarodnoj konferencii. Moskva — Kyzyl-Kija, 18—22 sentjabrja 2006 g. — M.: Izd-vo RUDN, 2006.*]
- [5] *Зубков А.А., Шуленина З.М.* Извлечение редких металлов из строительных песков // Природные и техногенные россыпи и месторождения коры выветривания на рубеже тысячелетий. Тезисы докладов. XII Международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. — М., 2000. [*Zubkov A.A., Shulenina Z.M. Izvlechenie redkih metallov iz stroitel'nyh peskov // Prirodnye i tehnogennye rossypi i mestorozhdenija kory vyvetrivanija na rubezhe tysjacheletij. Tezisy dokladov. XII Mezhdunarodnoe soveshanie po geologii rossypej i mestorozhdenij kor vyvetrivanija. — M., 2000.*]

RECIPT OF RARE — EARTH AND RARE METALS FROM THE POOR AND UNTRADITIONAL OF RAW

**A.A. Zubkov¹, Z.M. Chulenina¹,
A.E. Vorobiev²**

¹ООО «Ecomet Plus», Moscow

²Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

Proposes the authors combined flotation and hydrometallurgical technologies for rare alkali metals of mica and the poor content of metals leucocratic granites. Extraction technology rhenium are developed from dusts and mining and metallurgical enterprises and dusts from thermal power stations burning coal using ion flotation. The possibility of building sand extraction of rare metals with a high degree of extraction.

Key words: Cezybiotitovyte slates, rhenium, cesium, lithium, lanthanum, ionic flotation, leaching, rutile, ilmenite.