

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К. И. САТПАЕВА

ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И ОБОГАЩЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ

Международной научно-практической конференции
ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЦВЕТНЫХ,
РЕДКИХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ



Алматы 2018 Almaty

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К. И. САТПАЕВА
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И ОБОГАЩЕНИЯ**

**Металлургия ғылымы мен өнеркәсібінің мәселелеріне және белгілі
ғалым металлург, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі,
Қазақстан Республикасы Мемлекеттік сыйлығының иегері
Болат Балтақайұлы Бейсембаевті еске алуға арналған
«Түсті, сирек және асыл металдарды өндірудің тиімді технологиялары»
атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның**

МАТЕРИАЛДАРЫ

МАТЕРИАЛЫ

**Международной научно-практической конференции
«Эффективные технологии производства цветных, редких и
благородных металлов», посвященной проблемам металлургической
науки и промышленности и памяти известного ученого-металлурга,
члена-корреспондента Академии наук РК,
лауреата Государственной премии Республики Казахстан
Булата Балтакаевича Бейсембаева**

PROCEEDINGS

**of International scientific and practical conference
“The Effective Technologies of Non-Ferrous,
Rare and Precious Metals Manufacturing” devoted to the metallurgy
science and industry concerns and in memory of well-known scientist
of metallurgy, Associate Member of the National Academy
of Sciences of Kazakhstan, the honoree of the State Prize of the
Republic of Kazakhstan Bulat Baltakayevich Beisembayev**

Алматы 2018

УДК 669
ББК 34.3
Э94

Ответственный редактор: д.т.н., проф. Кенжалиев Б.К.

Жауапты редактор: т.ғ.д., проф. Кенжалиев Б.К.

Редакционный совет: д.т.н., проф. Кенжалиев Б.К., д.т.н., проф. Загородняя А.Н., д.т.н. Квятковский С.А., к.т.н. Кульдеев Е.И., к.х.н. Темирова С.С., PhD Касымова Г.К.

Редакциялық алқа: т.ғ.д., проф. Кенжалиев Б.К., т.ғ.д., проф. Загородняя А.Н., т.ғ.д. Квятковский С.А., т.ғ.к. Көлдеев Е.И., х.ғ.к. Темирова С.С., PhD Касымова Г.К.

«Эффективные технологии производства цветных, редких и благородных металлов»: Материалы Межд. научно-практ. конф. / Сост.: к.х.н. Темирова С.С., к.т.н. Кульдеев Е.И., Садыкова Т.С. – Алматы, 2018. – 440 с.

«Түсті, сирек және асыл металдарды өндірудің тиімді технологиялары»: Халықар. ғыл. практ. конф. материалдары / Құраст.: х.ғ.к. Темирова С.С., т.ғ.к. Көлдеев Е.И., Садыкова Т.С. – Алматы, 2018. – 440 б.

ISBN 978-601-323-132-7

В Материалах конференции «Эффективные технологии производства цветных, редких и благородных металлов» представлены результаты фундаментальных и прикладных исследований в области металлургии цветных, редких и благородных металлов, обогащения минерального и техногенного сырья, получения высокочистых металлов и перспективных материалов, а также разработки новых и усовершенствования существующих технологических схем, процессов и аппаратов.

Материалы конференции предназначены для ученых и специалистов, работающих в области переработки минерального сырья и материаловедения.

«Түсті, сирек және асыл металдарды өндірудің тиімді технологиялары» атты конференцияның материалдарында түсті, сирек және асыл металдар металлургиясы, минералдық және техногенді шикізаттарды байыту, тазалығы жоғары металдар мен келешегі зор материалдарды алу, сонымен қатар жаңа технологиялық схемаларды, үрдістерді және аппараттарды жасап шығару және олардың бұрыннан келе жатқан түрлерін жетілдіру салаларындағы іргелі және қолданбалы зерттеулердің нәтижелері келтірілген.

Конференция материалдары материалтану және минералды шикізаттарды өңдеу саласында жұмыс жасайтын ғалымдар мен мамандарға арналған.

УДК 669
ББК 34.3

ISBN 978-601-323-132-7

© АО «ИМиО», 2018

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАКИСИ-ОКИСИ УРАНА

<https://doi.org/10.31643/2018-7.31>

***Токсанбаев Б.М., Байгенженов О.С.**

ORCID: 0000-0001-7667-1837 0000-0001-5803-7680

НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», г. Алматы, Казахстан, *baurzhan2004@mail.ru

Аннотация. Предлагаемый способ получения закиси-окиси урана включает выщелачивание, сорбцию урана из растворов, десорбцию нитратным раствором, экстракцию урана из десорбатов, твердофазную рекстракцию карбонатно-бикарбонатными растворами с выделением кристаллов аммонийуранилтрикарбоната, отделение кристаллов, промывку, распульговку, фильтрацию и прокаливание с получением закиси-окиси урана.

Казахстан занимает второе место в мире по разведанным запасам урана – 15% от мировых запасов, из них 78 % запасов сосредоточено в месторождениях песчаникового типа, в водонасыщенных проницаемых породах. Это составляет 67 % разведанных мировых запасов урана, пригодных для отработки методом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ).

В Казахстане добычей урана занимается Национальная атомная компания «Казатомпром», доля которого в мировом объеме добычи урана составляет более 24 %. В настоящее время более 26 % урана в мире добывается методом ПСВ, сущность которого заключается в избирательном переводе полезного компонента в жидкую фазу путем управляемого движения растворителя по руде в естественных условиях залегания.

Выщелачивание на месте (также называемое подземное скважинное выщелачивание) относится к извлечению ценных металлов из подземных отложений путем циркуляции жидкости через руду и извлечению ценного металла из жидкости на поверхности для дальнейшей обработки. Низкая концентрация урана в рудах привела к тому, что переработка многих урановых месторождений другими способами неэкономично, тогда как ПСВ урана остается относительно привлекательным вариантом. В настоящее время основным недостатком имеющихся технологий является увеличение концентрации нитрат-ионов в товарном десорбате, направляемом на донасыщение анионита, которое приводит к ухудшению показателей сорбции урана. Решением этой задачи занимались многие институты и предприятия. Один из вариантов схемы предусматривает извлечение урана из продуктивных растворов подземного сернокислотного выщелачивания, включая стадию извлечения нитрат-ионов. Способ включает сорбцию урана сильноосновным анионитом, десорбцию урана с насыщенного анионита нитратными растворами, подкисленными серной кислотой, позволяющего сократить потери нитрат-ионов из оборотных растворов регенерации (маточника осаждения). Согласно изобретению продуктивный раствор поступает на сорбцию, в которой происходит насыщение анионита ураном. Уран из донасыщенного сорбента десорбируется нитратными растворами. Товарный десорбат делится на две части. Одна часть направляется на донасыщение анионита. Другая часть (одна треть по объему) поступает на осаждение урана. Урановая пульпа идет на фильтрацию с получением желтого кека и фильтрата - маточника осаждения урана. Концентрация нитрат-ионов в маточнике осаждения урана достигает до 14 г/л. Данный маточник осаждения урана пропускают через сильноосновной анионит в сульфатной форме для улавливания нитрат-ионов при нагрузке 0,1-2,0 об/об/час. После сорбции нитрат-ионов полученный раствор выводится в пескоотстойник.

На наш взгляд, недостатками способа являются: увеличение концентрации нитрат-ионов в товарном десорбате, направляемом на донасыщение анионита, которое приводит к ухудшению показателей сорбции урана; потеря нитрат-ионов в результате выводимых

растворов в пескоотстойник; низкое значение нагрузки анионита или его низкая сорбционная способность, из-за чего не удается интенсифицировать процесс ионного обмена анионитом в сульфатной форме; узкий интервал оптимального значения pH; низкая селективность анионита по отношению к нитрат-ионам. Кроме того, известный способ предназначен для извлечения нитрат-ионов из маточника осаждения урана при получении желтого кека, который не применим для способа получения урана с аффинажным производством, где осуществляют экстракционную переработку нитратно-сернокислого регенерата с получением закиси-оксида урана.

Нами разработана технология переработки продуктивных растворов с получением закиси окиси урана. Ее применение обеспечивает полное селективное извлечение нитрат-ионов и уменьшение их содержания в оборотном карбонатном растворе аффинажного производства, что приводит к снижению потерь нитрат-ионов. Разработанная технология включает выщелачивания, сорбцию урана из растворов, десорбцию нитратным раствором, экстракцию урана из десорбатов, твердофазную реэкстракцию карбонатно-бикарбонатными растворами с выделением кристаллов аммоний уранилтрикарбоната, отделение кристаллов, промывку, распульповку, фильтрацию и прокаливанию с получением закиси-оксида урана. Обратный карбонатно-бикарбонатный раствор после реэкстракции направляют на дополнительную сорбцию сильноосновным анионитом в хлорной форме с последующей десорбцией нитрат-ионов серной кислотой и возвращением их в десорбирующий нитратный раствор. Дополнительную сорбцию осуществляют на сильноосновном анионите в хлорной форме марки Purolite 5077U из серии A520E при нагрузке 0,1-2,0 об/об/час. Способ позволяет снизить потери нитрат-ионов, усечь расход аммиачной селитры, повысить показатели сорбции урана, а также улучшить качество получаемой закиси-оксида урана.

Основными целями исследования являлись сокращение потерь нитрат-ионов и извлечение нитрат-ионов оборотного карбонатном растворе аффинажного производства при получении закиси-оксида урана. Достижение поставленных целей осуществляется способом получения окиси-закиси урана, включающим выщелачивание, сорбцию урана из растворов, десорбцию десорбирующим нитратным раствором, экстракцию урана из десорбатов, твердофазную реэкстракцию карбонатно-бикарбонатными растворами с выделением кристаллов аммоний уранилтрикарбоната, отделение кристаллов, промывку, распульповку, фильтрацию и прокаливанию с получением закиси-оксида урана. Обратный карбонатно-бикарбонатный раствор после реэкстракции направляют на дополнительную сорбцию сильноосновным анионитом в хлорной форме с последующей десорбцией нитрат-ионов серной кислотой и возвращением их в десорбирующий нитратный раствор. Дополнительную сорбцию осуществляют на сильноосновном анионите в хлорной форме марки Purolite 5077U из серии A520E при нагрузке 0,1-2,0 об/об/час.

Продуктивный раствор подают на сорбцию, в результате которой происходит насыщение анионита ураном. Насыщенный ураном сорбент направляют на операцию донасыщения частью товарного десорбата. Уран из донасыщенного сорбента десорбируют нитратным раствором, подкисленным серной кислотой до pH 0,5-1,0 и имеющим следующий состав: 10-15 г/л NO_3^- ; 40-45 г/л H_2SO_4 . Товарный десорбат (ТД), содержащий в среднем 30-40 г/л урана, делят на две части. Одна часть (две трети по объему) направляют на донасыщение анионита. Другая часть (одна треть по объему) поступает в аффинажное производство, где осуществляют экстракционную переработку нитратно-сернокислого регенерата с получением закиси-оксида урана. Технологический процесс включает следующие переделы: экстракцию урана из товарного регенерата; промывку экстракта технической водой; твердофазную реэкстракцию урана карбонатными растворами; репульпацию кристаллов аммоний уранилтрикарбоната (АУТК) свежими растворами карбоната аммония+керосина; прокалку кристаллов АУТК до закиси-оксида урана.

После твердофазной реэкстракции кристаллы АУТК, поступают на репульпацию, органическую фазу направляют в процесс экстракции, а водную фазу - оборотный карбонатный раствор (ОКР) возвращают на операцию твердофазной реэкстракции и в процесс приготовления свежего карбонатного раствора. После репульпации пульпу фильтруют, и отфильтрованные кристаллы АУТК прокаливают до закиси-окиси урана.

Со временем в ОКР происходит накопление нитрат-ионов. Высокое содержание нитрат-ионов в ОКР приводит к ухудшению качества конечной продукции за счет уменьшения размеров кристаллов. АУТК в процессе реэкстракции и при их последующей прокатке. Сорбция нитрат-ионов из ОКР, содержащий в среднем до 60-70 г/л нитрат-ионов и 3-4 г/л урана осуществляется посредством нитрат-селективного сильноосновного анионита в хлорной форме при нагрузке 0,1-2,0 об/об/час. После сорбции нитрат-ионов ОКР возвращается на операцию твердофазной реэкстракции и в процесс приготовления свежего карбонатного раствора. Эта часть ОКР после сорбционной колонны, содержащей сильноосновный анионит в хлорной форме, содержит менее 40 г/л по нитратам. Нитрат-ионы после десорбции их из сильноосновного анионита сернокислотным раствором и после доукрепления аммиачной селитрой вновь используются на десорбции урана с насыщенного анионита.

Новизна предлагаемого способа заключается в применении ионообменного извлечения нитрат-ионов с применением высокоосновного анионита в хлорной форме, обеспечивающего высокую степень извлечения нитрат-ионов из ОКР в широком интервале значений рН раствора (0,1-14,0) что приводит к снижению потерь нитрат-ионов. Данный способ позволяет очистить товарный десорбат от нитрат-ионов, и повысить качество закиси- окиси урана. Использование анионита в хлорной форме позволяет повысить значения нагрузки анионита, интенсифицировать процесс извлечения нитрат- ионов из оборотных карбонатных растворов, расширяет интервал оптимального значения рабочих растворов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Болотников Л.Е. Технологическое проектирование производств редких металлов. М.: Металлургия. - 1973. - 470 с.
- 2 Вольдман Г.М. Основы экстракционных и ионообменных процессов в гидрометаллургии. М.: Металлургия. - 1982. - 376 с.
- 3 Вольдман Г.М., Зеликман В.Н. Теория металлургических процессов. М.: Интернет Инженерия. - 2003. - 464 с.
- 4 Громов Б.В. Введение в химическую технологию урана. М.: Атомиздат. - 1978. - 336 с.
- 5 Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия. - 1973. - 750 с.
- 6 Ритчи Г., Эшбрук А, Экстракция. Принципы и применение в металлургии. М.: Металлургия. - 1983. - 406 с.
- 7 Трейбл Р. Жидкостная экстракция. М.: Химия. - 1966. - 724 с.

METHOD FOR OBTAINING OXIDES OF URANIUM OXIDE

Toksanbayev B.M., Baigenzhenov O.S.

ORCID: 0000-0001-7667-1837 0000-0001-5803-7680

“Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev” NJSC,
Almaty, Kazakhstan

Abstract. *This method includes leaching, sorption of uranium from solutions, stripping with a desorbing nitrate solution, extraction of uranium from desorbates, solid-phase stripping with carbonate-bicarbonate solutions, separation of crystals of ammonium uranyl tricarbonate, separation of crystals, washing, dissolving, filtering and calcining to produce uranium oxide.*