

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО**(12) Описание изобретения**
К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2502125

(22) 01.07.2025

(46) Бюл. 224, 2025

(71) Горно-металлургический институт
Таджикистана (TJ)(72) Ходжизода С.К. (TJ); Ашуров Х.Ё. (TJ); Вохидов
А.А. (TJ); Бокизода Д.З. (TJ); Козизода М.М. (TJ)(73) Горно-металлургический институт
Таджикистана (TJ) (TJ)(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТА
ЛИТИЯ ИЗ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОД**

(56)

1. <https://patents.google.com/patent/CN113981243A/en>2. Коцупало Н.П., Ситникова Л.Л., Менжерес Л.Т.
Патент РФ №2028385 В 01 J 20/00, С 25 В 1/00, заяв.
25.05.92, опубл. 09.02.95. Блю.№4.(57) Изобретение относится к области химической
технологии, в частности к методам извлечения лития
из природных вод, и может быть эффективно
использовано для получения концентрата лития из
геотермальных источников.

2

Сущность изобретения заключается в пропускании геотермальной воды, содержащей ионы лития, через сорбционную колонку с катионитом КУ-2-8 (H⁺-форма) при скорости 0,85 мл/мин. После насыщения проводят десорбцию 15%-ным раствором HCl, переводя литий в элюат, который затем обрабатывают 20%-ным раствором фосфата натрия (Na₃PO₄) для осаждения литийсодержащих соединений.

Предлагаемый способ обеспечивает высокоэффективное извлечение лития из разбавленных геотермальных вод с минимальными энергетическими затратами. Степень извлечения лития достигает 96–97%, а сорбционная ёмкость ионообменного материала составляет до 22,4 мг/г, что делает метод экономически выгодным и технологически перспективным для внедрения на практике переработки геотермальных источников.

Изобретение относится к области химической технологии, а именно к способам получения концентрата лития из геотермальных вод, содержащих ионы лития, и может быть использовано в промышленных процессах извлечения лития с применением сорбционных методов. Способ предназначен для эффективного выделения и концентрирования лития из природных и техногенных водных растворов, в частности из геотермальных, минерализованных и рассольных вод, с целью дальнейшего использования полученного литиевого концентрата в производстве аккумуляторов и других продуктов химической промышленности.

Известны методы извлечения лития из рассолов, которые содержат значительное количество хлоридов магния и других солей [1]. Одним из таких методов является применение в качестве экстрагента комплекса 1,3-дикетонсов совместно с галогенсодержащими алкилфосфиноксидами. Эти соединения выступают как действующие лиганды, способные связывать ионы лития.

Однако заявка на данный экстрагент учитывает ряд недостатков. Главным из них является защита селективности процесса экстракции - с ионами лития в органическую фазу активно извлекаются и другие ионы, в частности щелочные металлы (натрий, калий) и щелочноземельные металлы (магний, кальций). Такая последовательная экстракция приводит к тому, что полученный экстракт представляет собой смесь различных ионов. Для выделения лития из полученного экстракта применяют последовательную, порционную реэкстракцию. Сначала с помощью растворов соляной кислоты (HCl) различных концентраций из экстракта удаляют натрий и калий, затем находят сам литий, и, наконец, отделяют щелочноземельные металлы. Такой поэтапный процесс требует очень точного контроля параметров - концентраций кислотных растворов, времени контактирования и соотношения фаз. Кроме того, эффективная технология использует высокие химические режимы на оборудовании, поскольку для реэкстракции используется большое количество высококонцентрированной соляной кислоты, что вызывает ускоренную коррозию и требует специальных материалов и мер безопасности. Точная настройка потоков исходных растворов, расчетов фаз и реактивов, а также строгое соблюдение объемов фаз являются обязательными.

Наиболее близким аналогом является способ получения селективного сорбента для извлечения лития из рассолов, основанный на электрохимическом растворении металлического алюминия в концентрированном растворе хлорида лития. В результате этого процесса сформировался состав соединения $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$, обладающий выраженными сорбционными явлениями при приложении к ионам лития. После

5

Сорбция лития - литийсодержащие геотермальные воды пропускаются через сорбционную колонку (со скоростью 0,85 мл/мин.),

насыщения литием осадок отфильтровывают от рассола, промывают водой для удаления солей, присутствующих в рассоле ($\text{Ж:Т} = 2-3$), и вновь проводят операцию элюирования лития до достижения заданной емкости. Циклы сорбции и десорбции лития повторяют многократно. Полученный сорбент характеризует сорбционной ёмкостью в пределах 6–7,5 мг лития на 1 грамм сухого вещества, что делает его перспективным для применения в технологиях извлечения [2].

К недостаткам ближайшего аналога относится ряд факторов. Во-первых, процесс требует значительных затрат электроэнергии, поскольку электрохимическое растворение является энергоёмкой операцией. Во-вторых, для качественного получения сорбента необходимо использовать высокочистый металлический алюминий, что повышает себестоимость получаемого материала и ограничивает экономическую выгодность его применения в крупномасштабных проектах.

Целью настоящего изобретения является разработка и оптимизация эффективного способа получения концентрата лития из геотермальных вод с использованием сорбционного метода, обеспечивающего высокую степень извлечения лития при минимальных энергозатратах и применении доступных ионообменных материалов.

Поставленная цель достигается за счёт реализации многоступенчатого процесса получения концентрата лития из литийсодержащих геотермальных вод с использованием сорбционного метода. В качестве сорбента применяется сульфокатионит КУ-2-8 в водородной форме, обладающий высокой избирательностью к ионам лития. На первом этапе литийсодержащие воды пропускаются через колонку с сорбентом, где происходит фиксация ионов лития на активных центрах ионообменной смолы.

На втором этапе, после насыщения сорбента, проводится десорбция лития с использованием 15%-ного раствора соляной кислоты, что позволяет эффективно высвободить ионы лития из структуры сорбента в жидкую фазу.

На завершающем этапе, для выделения лития из элюата, в раствор добавляется 20%-ный раствор тринатрийфосфата (Na_3PO_4), в результате чего происходит осаждение лития в виде труднорастворимых фосфатных соединений. Осадок фильтруется, промывается и сушится, что позволяет получить литиевый концентрат, пригодный для дальнейшей переработки.

Сущность изобретения заключается в способе получения концентрата лития из литийсодержащих геотермальных вод путём проведения многоступенчатого сорбционного процесса. Способ включает последовательное выполнение следующих операций:

6

заполненную сульфокатионитом КУ-2-8 в водородной форме. При этом ионы лития из водного

раствора сорбируются на активных центрах ионообменной смолы за счёт ионного обмена.

Десорбция лития - после насыщения сорбента литий извлекается из смолы путём обработки 15%-ным раствором соляной кислоты, что обеспечивает переход ионов лития в жидкую фазу - элюат.

Осаждение лития - в полученный элюат вводится 20%-ный раствор тринатрийфосфата (Na_3PO_4), в результате чего литий осаждается в виде труднорастворимого фосфатного соединения.

Фильтрация и сушка - образовавшийся осадок отделяется фильтрацией, промывается и высушивается до получения концентрата лития, пригодного для дальнейшей переработки в литиевые соли или другие соединения.

Предложенный способ обеспечивает высокую степень извлечения лития, позволяет использовать доступные реагенты и не требует сложного оборудования, что делает его эффективным и экономически оправданным для применения в условиях природных геотермальных источников.

Суть процесса получения концентрата лития заключается в многоступенчатом сорбционном извлечении и концентрировании лития из литийсодержащих геотермальных вод (исходная концентрация 3,3 мг/л). На первом этапе литий ионы сорбируются из исходного раствора на сульфокатионите КУ-2-8 в водородной форме, обеспечивая эффективное накопление лития на сорбенте. Затем литий десорбируется из насыщенного сорбента с помощью 15%-ного раствора соляной кислоты, переходя в концентрированный элюат. Для выделения лития из элюата применяют осаждение с использованием 20%-ного раствора тринатрийфосфата (Na_3PO_4), в результате чего формируется труднорастворимый литиевый фосфат, который фильтруют, промывают и высушивают, получая литиевый концентрат.

В результате проведённых исследований по получению концентрата лития из геотермальных вод (таблица 1) и изучения влияния параметров процесса установлено, что наиболее оптимальными условиями являются: скорость подачи воды через сорбент КУ-2-8 — 0,85 мл/мин при температуре 20–40 °С; десорбция лития из насыщенного сорбента 15%-ным раствором соляной кислоты в течение 4 часов (степень десорбции 95%); промывка дистиллированной водой в течение 4 часов (степень десорбции 4,46%) при температуре 20–40 °С; отношение твёрдой и жидкой фаз при десорбции (Т:Ж) 1:3; pH среды 8–10, поддерживаемое с помощью гидроксида натрия. Технологическая схема получения концентрата лития представлена на фиг. 1.

Предложенный способ получения концентрата лития из геотермальных вод представляет собой многоступенчатый технологический процесс,

7

технологическую эффективность. Использование доступного ионообменного сорбента КУ-2-8, а также простых реагентов (соляная кислота и тринатрийфосфат) делает процесс экономически оправданным и технологически осуществимым в промышленных условиях. Дополнительным

включающий следующие основные этапы: сорбцию, десорбцию, осаждение, фильтрацию и сушку.

Предлагаемый способ позволяет извлекать литий из геотермальных вод с эффективностью, достигающей практически 97%, что обеспечивает высокий уровень восстановления ценного элемента. После завершения процесса сорбции очищенная вода, свободная от ионов лития и других элементов, возвращается в природные водные объекты, что минимизирует экологическую нагрузку. Такая вода соответствует установленным экологическим нормам и не оказывает негативного влияния на окружающую среду, что делает процесс не только эффективным, но и экологически безопасным. Благодаря этому способ может применяться в промышленных масштабах без риска загрязнения природных экосистем.

В целом, предложенный способ получения концентрата лития из геотермальных вод обеспечивает оптимальные условия, сочетающие высокую степень извлечения лития с минимальными энергозатратами и ресурсными издержками. Благодаря использованию эффективного сорбента КУ-2-8 и тщательно подобранным технологическим параметрам процесс позволяет максимально полно извлекать ионы лития из исходного раствора, что способствует снижению потерь ценного металла. Одновременно это обеспечивает экономическую эффективность технологии за счёт уменьшения удельных затрат на сорбционные операции, включая затраты на реагенты, энергию и регенерацию сорбента. Таким образом, предложенный способ представляет собой сбалансированное и технологически простое решение, пригодное для промышленного масштабирования и устойчивого развития производства литиевых концентратов из геотермальных источников.

Пример. Для проведения лабораторных опытов была отобрана геотермальная вода из родника Ширгин, расположенного в Горно-Бадахшанском автономном округе Таджикистана. Этот источник выбран ввиду его характерного литийсодержащего состава, что делает его пригодным для исследования эффективности предложенного сорбционного метода извлечения лития. Составы исходной геотермальной воды и воды после очистки от ионов лития, полученной в результате проведения опытов, представлены в таблице №2. Анализ химического состава позволил оценить степень удаления лития и других растворённых веществ, а также подтвердить экологическую безопасность сброса очищенной воды в природные водоёмы.

Таким образом, предложенный способ позволяет эффективно извлекать литий из геотермальных вод с высокой степенью извлечения - до 96,97%, что подтверждает его

8

преимуществом является экологическая безопасность: очищенная вода, сбрасываемая в окружающую среду после сорбции, не содержит вредных примесей и соответствует нормативным требованиям. Полученный литиевый концентрат может быть использован в производстве литиевых

соединений, применяемых в аккумуляторной и химической промышленности.

Формула изобретения

Способ получения концентрата лития из геотермальных вод, включающий получение литиевого концентрата путём сорбционного обогащения раствора по литию в сорбционно-десорбционном обогатительном модуле с применением сорбента и десорбцию хлорида лития с сорбента с получением первичного литиевого концентрата, **отличающийся тем**, что сорбцию лития осуществляют путём пропускания литийсодержащих геотермальных вод через сорбционную колонку, заполненную сульфокатионитом КУ-2-8 в водородной форме, со скоростью 0,85 мл/мин при температуре 20–40 °С,

при этом ионы лития сорбируются на активных центрах ионообменной смолы за счёт ионного обмена, после насыщения сорбента литием проводят его десорбцию с применением 15 %-ного водного раствора соляной кислоты в течение 4 часа, полученный элюат подвергают осаждению с использованием 20 %-ного водного раствора фосфата натрия при поддержании pH в диапазоне от 8 до 10, регулирование которого осуществляют добавлением гидроксида натрия, с последующим формированием литиевого концентрата.

Таблица 1.

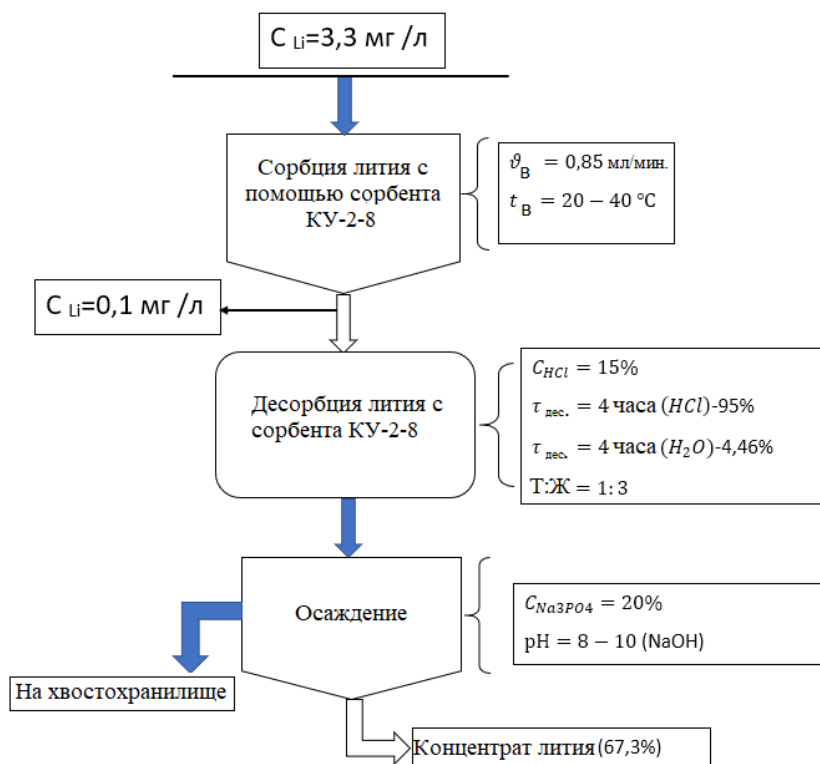
Состав исходной геотермальной воды

№ п/п	Исследуемые параметры	Концентрация параметров, мг/л
1	Li	3,3
2	Ca	155,43
3	Ba	0,36
4	Mg	89,7
5	SO ₄ ⁻	64
6	Cl ⁻	296
7	F ⁻	0,74
8	NO ₃ ⁻	2,5

Таблица 2.

Химический состав исходной и очищенной воды из родника Ширгин (ГБАО, Таджикистан)

№ п/п	Исследуемые параметры	Концентрация параметров, мг/л		Степень сорбции, %
		До сорбции	После сорбции	
1	Li	3,3	0,1	96,97
2	Ca	155,43	129,6	16,62
3	Ba	0,36	0,22	38,89
4	Mg	89,7	44,52	50,37
5	SO ₄ ⁻	64	59,5	7,03
6	Cl ⁻	296	283,14	4,34
7	F ⁻	0,74	0,68	8,11
8	NO ₃ ⁻	2,5	2,35	6



Фиг. 1

Условные обозначения:

C_{Li} – концентрация лития до и после сорбции;

ϑ_B – объемная скорость воды;

t_B – температура воды;

C_{HCl} – концентрация соляной кислоты;

$\tau_{\text{дес.}}$ – время десорбции;

$T:Ж$ – соотношение твердого и жидкого;

$C_{Na_3PO_4}$ – концентрация фосфата натрия.

Компьютерный набор: Газиев М.

Заказ	Тираж	Подписное
Национальный патентно-информационный центр РТ 734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а		