

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202292585** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2023.10.31

(51) Int. Cl. *C22B 26/12* (2006.01)
C01D 15/02 (2006.01)
C01D 15/08 (2006.01)
C22B 3/44 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.10.10

(54) **СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЛИТИЯ, СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КАРБОНАТА ЛИТИЯ И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОКСИДА ЛИТИЯ**

(31) **10-2022-0043946; 10-2022-0088189**

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(32) **2022.04.08; 2022.07.18**

(33) **KR**

(71)(72) Заявитель и изобретатель:
ЧОН УОНК (KR)

(57) Предложен способ извлечения лития, который включает добавление материала-источника фосфора к первому раствору, содержащему катионы лития (Li^+) и катионы щёлочноземельного металла, для получения осадка, содержащего литий, магний, кальций, стронций и фосфор, причём общая концентрация катионов щёлочноземельного металла в первом растворе составляет 100000 мг/л или более, способ получения карбоната лития с его использованием и способ получения гидроксида лития с его использованием.

A1

202292585

202292585

A1

СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЛИТИЯ, СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КАРБОНАТА ЛИТИЯ И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОКСИДА ЛИТИЯ

Перекрестная ссылка на родственную заявку

В настоящей заявке испрашивается приоритет по корейской патентной заявке № 10-2022-00043946, поданной 8 апреля 2022 г., и корейской патентной заявке № 10-2022-0088189, поданной 18 июля 2022 г. в Ведомство по интеллектуальной собственности Кореи, раскрытие которых включено в настоящее описание ссылкой.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу извлечения лития, способу получения карбоната лития с его использованием и способу получения гидроксида лития с его использованием.

Уровень техники

Литий (Li) является важным сырьём, используемым в различных отраслях промышленности. Литиевые вторичные батареи широко используются в качестве источников питания ИТ-устройств, таких как мобильные телефоны и портативные компьютеры, источников питания электроинструментов и источников питания электрических транспортных средств. В последнее время, поскольку автомобили, использующие литиевые вторичные батареи в качестве источника питания, находятся в центре внимания, спрос на литий на мировом рынке также быстро растёт. Соответственно, существует острая необходимость в разработке технологии эффективного извлечения лития из источников лития.

Примеры источников лития, присутствующих в природе, включают морскую воду, минералы и рассолы. Хотя морская вода содержит около 0,17 мг/л лития, известно, что его концентрация настолько мала, что извлекать литий из морской воды и использовать его в промышленности нерентабельно. Несколько лет назад была разработана методика селективной адсорбции лития из морской воды с использованием адсорбента на основе марганца и последующей его десорбции промывкой кислотой, но её не удалось внедрить в промышленное производство из-за низкой эффективности и низкой экономической целесообразности.

Примеры литиевых минералов включают сподумен, петалит и лепидолит, и они содержат 1 - 1,5 мас.% лития. Однако для извлечения лития требуется множество процессов, таких как измельчение, получение концентрата флотацией, высокотемпературное кальцинирование, размалывание, кислотное выщелачивание,

удаление примесей, извлечение лития, рафинирование, концентрирование лития, осаждение и т.п., что создаёт такие проблемы, как высокие капитальные затраты на производственные мощности и загрязнение окружающей среды, вызванное образованием большого количества кислых шламов.

Из-за вышеуказанных проблем в настоящее время наиболее предпочтительно извлечение лития из рассола солёного озера. Как правило, рассол содержит литий, а также различные химические элементы, такие как магний (Mg), кальций (Ca), стронций (Sr), алюминий (Al), кремний (Si), бор (B), натрий (Na), калий (K), хлор (Cl), сера (S) и т.п. Метод, впервые разработанный для извлечения лития из рассола, представляет собой метод извлечения растворённого лития в форме карбоната лития (Li_2CO_3). Поскольку концентрация лития, содержащегося в рассоле, составляет 0,5 - 1,5 г/л, важно концентрировать литий путём выпаривания воды из рассола в солнечном пруду для осаждения растворённого лития в форме карбоната лития, обладающего высокой растворимостью 13 г/л. Поэтому в сложившемся процессе испарения на солнце литий концентрируется от 0,5 - 1,5 г/л до высокой концентрации 60 г/л. Однако этот процесс занимает длительное время, около 18 месяцев. Кроме того, большая часть лития осаждается вместе с другими элементами и, таким образом, теряется в процессе концентрирования, поэтому эффективность процесса очень низкая.

Чтобы преодолеть вышеуказанную проблему, был разработан способ осаждения растворённого лития в форме фосфата лития (Li_3PO_4) с очень низкой растворимостью 0,39 г/л без высокой концентрации лития (зарегистрированный патент Кореи № 10-1353342). Растворённый литий может быть легко осажден в виде Li_3PO_4 даже при низкой концентрации из-за его очень низкой растворимости. Таким образом, в этом методе нет необходимости в процессе высокого концентрирования лития путём солнечного испарения. Это позволяет предотвратить соосаждение лития с другими элементами, которое приводит к серьёзным потерям лития. Для осаждения лития в форме Li_3PO_4 материал-источник фосфора (P) добавляют в рассол и дают ему прореагировать с литием, но добавленный фосфор преимущественно реагирует с примесями, такими как магний, кальций, стронций и т.п., присутствующими в рассоле, с образованием фосфата магния, фосфата кальция, фосфата стронция и т.п., поэтому фосфат лития не образуется и не осаждается. Поэтому для извлечения лития в форме фосфата лития из рассола необходимо удалить примеси, такие как кальций, магний, стронций и т.п., перед добавлением материала-источника фосфора (P) (Зарегистрированный патент Кореи № 10-1126286 и зарегистрированный патент Кореи № 10-1405488).

Для удаления магния (Mg) из рассола обычно добавляют щелочь, такую как гидроксид натрия (NaOH) или гидроксид кальция (Ca(OH)₂). Чем больше присутствует магния, тем больше требуется щелочи. Это означает, что затраты на удаление Mg возрастают по мере увеличения содержания Mg в рассоле. В дополнение к этому, чем больше присутствует Mg, тем больше образуется шлама гидроксида магния (Mg(OH)₂). Это приводит к тому, что отделение рассола лития от этого шлама становится чрезвычайно трудным. Соответственно, рассолы, содержащие большое количество Mg, были оставлены не востребуемыми.

При этом кальций (Ca) удаляют добавлением соли, такой как карбонат натрия (Na₂CO₃) или сульфат натрия (Na₂SO₄). Чем больше присутствует кальция, тем больше требуется соли. Это означает, что затраты на удаление кальция возрастают по мере увеличения содержания кальция в рассоле. Кроме того, чем больше присутствует Ca, тем больше образуется шлама карбоната кальция (CaCO₃) или сульфата кальция (CaSO₄·2H₂O). Это затрудняет отделение рассола лития от этого шлама. Соответственно, рассолы, содержащие большое количество Ca, также остаются не востребуемыми, как и рассолы, богатые Mg.

По этим причинам литий производят только из очень небольшого количества рассолов с низким содержанием примесей. Поэтому для удовлетворения быстро растущего спроса на литий существует острая необходимость в разработке технологии, позволяющей экономично и эффективно извлекать литий даже из рассола с высоким содержанием примесей.

Был предпринят ряд попыток извлечь из рассола литий в форме Li₃PO₄, который представляет собой плохо растворимое соединение с очень низкой растворимостью в воде 0,39 г/л. Однако Li₃PO₄ не используется в качестве сырья для производства материала положительного электрода для вторичной литиевой батареи. Поэтому фосфат лития необходимо превратить в гидроксид лития (LiOH·H₂O) или карбонат лития (Li₂CO₃) для использования в качестве сырья для материала положительного электрода. Чтобы превратить фосфат лития в гидроксид лития или карбонат лития, необходим процесс растворения фосфата лития, и обычно используется сильная кислота. Когда фосфат лития растворяют в сильноокислом растворе, фосфор, присутствующий в фосфате лития, растворяется с образованием раствора фосфата лития. Поэтому процесс удаления фосфора с использованием реагента для удаления анионов фосфора имеет важное значение. Это усложняет процесс превращения Li₃PO₄ в LiOH·H₂O и Li₂CO₃ и вызывает потери лития, поэтому возникает проблема, заключающаяся в снижении эффективности процесса.

Раскрытие изобретения

Настоящее изобретение направлено на создание способа извлечения лития из раствора лития экономичным, эффективным и простым способом.

Настоящее изобретение также направлено на создание способа получения карбоната лития или гидроксида лития из раствора лития экономичным, эффективным и простым способом.

Один аспект настоящего изобретения предлагает способ извлечения лития.

Способ извлечения лития включает добавление материала-источника фосфора к первому раствору, содержащему катион лития (Li^+) и катионы щёлочноземельного металла, для получения литийсодержащего осадка, включающего магний, кальций и фосфор, при этом общая концентрация катионов щёлочноземельного металла в первом растворе составляет 100000 мг/л или более.

Катионы щёлочноземельного металла могут представлять собой катионы магния (Mg^{2+}), катионы кальция (Ca^{2+}) и катионы стронция (Sr^{2+}).

Первый раствор может дополнительно содержать катионы щелочного металла. Катионы щелочного металла могут представлять собой один или более катионов из катионов натрия (Na^+) и катионов калия (K^+).

Первый раствор может дополнительно содержать катионы или анионы, полученные из одного или более элементов из железа, марганца, кобальта, кремния, алюминия, бора, хлора и серы.

Первый раствор может быть получен из рассола, подземных горячих вод, морской воды, минерала или отработанной батареи.

Концентрация катиона лития в первом растворе может составлять 70 мг/л или более.

Литийсодержащий осадок может дополнительно содержать один или более элементов из натрия, калия, хлора и серы.

Материал-источник фосфора может быть одним или более материалами, выбранными из фосфора, фосфорной кислоты, фосфата, гидрофосфата и фосфорсодержащего раствора.

Общая концентрация катиона лития (Li^+) и катионов щёлочноземельного металла в первом растворе может составлять 100100 мг/л или более.

Общая концентрация катионов лития, катионов щёлочноземельного металла и катионов щелочного металла в первом растворе может превышать 100000 мг/л.

Способ может дополнительно включать добавление воды с температурой 80 -

100°C в количестве, в 5 - 20 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, к литийсодержащему осадку, перемешивание суспензии литийсодержащего осадка в течение 12 - 60 часов, и затем фильтрование суспензии для получения второго раствора, причём второй раствор может содержать катионы лития.

Концентрация катионов лития во втором растворе может составлять 200 мг/л или более.

Способ может дополнительно включать добавление 0,1 - 5% разбавленной хлористоводородной кислоты в количестве, в 5 - 20 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, к литийсодержащему осадку при комнатной температуре, перемешивание суспензии литийсодержащего осадка в течение 1 - 5 часов и затем фильтрование суспензии для получения третьего раствора, при этом третий раствор может содержать катионы лития.

Концентрация катионов лития в третьем растворе может составлять 200 мг/л или более.

Способ может дополнительно включать получение гидроксида лития или карбоната лития из второго раствора.

Другой аспект настоящего изобретения предлагает способ получения карбоната лития.

Способ получения карбоната лития включает использование литийсодержащего осадка, полученного способом извлечения лития по настоящему изобретению.

Другой аспект настоящего изобретения предлагает способ получения гидроксида лития.

Способ получения гидроксида лития включает использование литийсодержащего осадка, полученного способом извлечения лития по настоящему изобретению.

Настоящее изобретение предлагает способ извлечения лития из раствора лития экономичным, эффективным и простым способом.

Настоящее изобретение предлагает способ получения гидроксида лития или карбоната лития из раствора лития экономичным, эффективным и простым способом.

Краткое описание чертежей

Вышеупомянутые и другие цели, признаки и преимущества настоящего изобретения станут более понятными для специалистов в данной области техники после подробного описания иллюстративных вариантов его осуществления со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

Фиг. 1 представляет концентрацию катионов лития, оставшихся в первом растворе,

и степень извлечения лития в зависимости от времени реакции после добавления материала-источника фосфора к первому раствору, содержащему примеси и катионы лития;

Фиг. 2А демонстрирует первый раствор, содержащий примеси и катионы лития; Фиг. 2В демонстрирует суспензию, полученную после добавления материала-источника фосфора к первому раствору, представленному на фиг. 2А, и оставленную для взаимодействия; а фиг. 2С демонстрирует внешний вид литийсодержащего осадка, включающего магний, кальций, стронций и фосфор, который отделен от суспензии, полученной после добавления материала-источника фосфора к первому раствору и оставленной для взаимодействия;

Фиг. 3 представляет дифрактограмму фосфата лития (Li_3PO_4); и

Фиг. 4 представляет степень растворения лития в зависимости от времени перемешивания, когда каждый из фосфата лития и литийсодержащего осадка, включающего магний, кальций, стронций и фосфор, добавлен к воде с температурой 90°C и затем перемешан в течение 12 - 60 часов.

Осуществление изобретения

Далее будут подробно описаны осуществления настоящего изобретения. Однако осуществления представлены в качестве примеров, и настоящее изобретение ими не ограничивается и будет определяться только объемом формулы изобретения, которая будет описана ниже.

В соответствии с использованием в описании, концентрация различных катионов и анионов может быть измерена атомно-эмиссионной спектроскопией, например, атомно-эмиссионной спектроскопией с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES).

В соответствии с использованием в описании термин «примеси» относится к одному или более катионам и анионам, отличным от катиона лития (Li^+), в первом растворе.

В соответствии с использованием в описании термин «первый раствор» представляет собой исходный раствор лития, используемый для извлечения лития, и относится к одному или более растворам, прямо или косвенно полученным из рассола, подземных горячих вод, морской воды, минерала и отработанной батареи.

В соответствии с использованием в описании термин «комнатная температура» конкретно не ограничивается и относится к температуре окружающей среды, при которой выполняется задача, например, к температуре в диапазоне $0 - 50^\circ\text{C}$.

Настоящее изобретение включает добавление материала-источника фосфора к

первому раствору, содержащему различные примеси, для получения литийсодержащего осадка, включающего магний, кальций, стронций и фосфор, без удаления примесей. Настоящее изобретение, предусматривающее прямое извлечение лития без удаления примесей, обеспечивает экономичное и эффективное извлечение лития из литийсодержащих растворов.

Как описано ниже, литийсодержащий осадок представляет собой материал, полностью отличный от плохо растворимого фосфата лития (Li_3PO_4), имеющего очень низкую растворимость в воде 0,39 г/л. Литийсодержащий осадок имеет совершенно иной химический состав, чем Li_3PO_4 . Фосфат лития (Li_3PO_4) содержит 17,98 мас.% Li и 26,75 мас.% P. Значение отношения Li к P (Li/P) в Li_3PO_4 составляет 0,67, частное от 17,98/26,75. В отличие от этого, литийсодержащий осадок содержит 3,7 мас.% Li и 10,4 мас.% P. Значение отношения Li к P (Li/P) в литийсодержащем осадке составляет 0,36 частное 3,7/10,4. Химический состав литийсодержащего осадка будет описан ниже более подробно.

Он также демонстрирует совершенно иное поведение при растворении в воде, чем плохо растворимый фосфат лития (Li_3PO_4), когда его перемешивают в воде при 90°C в течение 12 - 60 часов. То есть литийсодержащий осадок имеет существенно более высокую степень растворения лития по сравнению с плохо растворимым фосфатом лития. Эти характеристики настоящего изобретения обеспечивают экономичное и эффективное производство гидроксида лития и карбоната лития. Степень растворения лития будет описана ниже более подробно.

Кроме того, согласно настоящему изобретению, поскольку образуется осадок, имеющий высокую степень растворения лития и минимальное элюирование фосфора, карбонат лития или гидроксид лития могут быть получены экономичным, эффективным и простым способом по сравнению со способом получения гидроксида лития или карбоната лития из плохо растворимого фосфата лития.

Литий используется в форме карбоната лития или гидроксида лития. Соответственно, требуется процесс превращения фосфата лития в гидроксид лития или карбонат лития. Фосфат лития обычно растворяют в сильной кислоте в процессе конверсии. Растворённый фосфор в основном удаляется осаждающим реагентом. Однако, поскольку настоящее изобретение блокирует или сводит к минимуму растворение фосфора из литийсодержащего осадка, карбонат лития или гидроксид лития может быть получен экономичным, эффективным и простым способом без использования вышеописанного реагента, осаждающего растворённый фосфор.

Настоящее изобретение предлагает способ получения гидроксида лития, который включает использование литийсодержащего осадка, полученного способом извлечения лития согласно настоящему изобретению.

Настоящее изобретение предлагает способ получения карбоната лития, который включает использование литийсодержащего осадка, полученного способом извлечения лития согласно настоящему изобретению.

Далее настоящее изобретение будет описано более подробно со ссылкой на осуществления.

(1) Способ извлечения лития согласно настоящему изобретению включает добавление материала-источника фосфора к первому раствору, содержащему катионы лития (Li^+) и катионы щёлочноземельного металла, для получения литийсодержащего осадка, содержащего магний, кальций, стронций и фосфор, причем общая концентрация катионов щёлочноземельных металлов в первом растворе составляет 100000 мг/л или более.

Концентрация катиона лития (Li^+) в первом растворе может составлять 70 мг/л или более, предпочтительно 100 мг/л или более и более предпочтительно 150 мг/л или более. В одном осуществлении концентрация катионов лития (Li^+) в первом растворе может составлять 3000 мг/л или менее, 700 мг/л или менее или 500 мг/л или менее, например, 70 мг/л, 80 мг/л, 90 мг/л, 100 мг/л, 110 мг/л, 120 мг/л, 130 мг/л, 140 мг/л, 150 мг/л, 160 мг/л, 170 мг/л, 180 мг/л, 190 мг/л, 200 мг/л, 250 мг/л, 300 мг/л, 350 мг/л, 400 мг/л, 450 мг/л, 500 мг/л, 550 мг/л, 600 мг/л, 650 мг/л, 700 мг/л, 900 мг/л, 1000 мг/л, 1500 мг/л, 2000 мг/л, 2500 мг/л, 3000 мг/л.

Общая концентрация катионов щёлочноземельных металлов в первом растворе составляет 100000 мг/л или более. Однако, хотя общая концентрация катионов щёлочноземельного металла в первом растворе составляет 80000 мг/л или более, способ извлечения лития по настоящему изобретению, способ получения карбоната лития по настоящему изобретению или способ получения гидроксида лития по настоящему изобретению также может быть использован в зависимости от типа или характеристик первого раствора. В пределах вышеописанного диапазона можно легко получить литийсодержащий осадок, имеющий существенно более высокую степень растворения лития по сравнению со степенью растворения фосфата лития. Судя по химическому составу литийсодержащего осадка, можно предположить, что примеси, такие как катионы щёлочноземельных металлов и т.п., присутствующие в первом растворе, используются в качестве среды для образования литийсодержащего осадка, и что катион лития,

растворённый в первом растворе, извлекают в виде литийсодержащего осадка, включающего катионы щёлочноземельных металлов и фосфора.

Предпочтительно общая концентрация катионов щёлочноземельных металлов в первом растворе может составлять 100000 - 180000 мг/л и наиболее предпочтительно 120000 - 180000 мг/л, например, 100000 мг/л, 110000 мг/л, 120000 мг/л, 130000 мг/л, 140000 мг/л, 150000 мг/л, 160000 мг/л, 170000 мг/л, 180000 мг/л. В пределах вышеописанного диапазона можно легко получить литийсодержащий осадок, имеющий существенно более высокую степень растворения лития по сравнению с фосфатом лития. В одном осуществлении общая концентрация катионов магния (Mg^{2+}), катионов кальция (Ca^{2+}) и катионов стронция (Sr^{2+}) в первом растворе может составлять 100000 - 180000 мг/л и предпочтительно 120000 - 180000 мг/л, например, 100000 мг/л, 110000 мг/л, 120000 мг/л, 130000 мг/л, 140000 мг/л, 150000 мг/л, 160000 мг/л, 170000 мг/л, 180000 мг/л.

В осуществлении общая концентрация катионов лития (Li^+) и катионов щёлочноземельного металла в первом растворе может составлять 100100 мг/л или более и 300000 мг/л или менее. В пределах вышеописанного диапазона можно легко получить осадок, имеющий существенно более высокую степень растворения лития по сравнению с фосфатом лития. Предпочтительно общая концентрация катионов лития (Li^+) и катионов щёлочноземельного металла в первом растворе может составлять 100100 - 250000 мг/л и наиболее предпочтительно 100100 - 200000 мг/л, например, 100100 мг/л, 110000 мг/л, 120000 мг/л, 130000 мг/л, 140000 мг/л, 150000 мг/л, 160000 мг/л, 170000 мг/л, 180000 мг/л, 190000 мг/л, 200000 мг/л, 210000 мг/л, 220000 мг/л, 230000 мг/л, 240000 мг/л, 250000 мг/л, 260000 мг/л, 270000 мг/л, 280000 мг/л, 290000 мг/л, 300000 мг/л.

В осуществлении общая концентрация катионов лития (Li^+), катионов магния (Mg^{2+}), катионов кальция (Ca^{2+}) и катионов стронция (Sr^{2+}) в первом растворе может составлять 100100 мг/л или более и 300000 мг/л или менее, более предпочтительно 100100 - 250000 мг/л и наиболее предпочтительно 100100 - 200000 мг/л, например, 100100 мг/л, 110000 мг/л, 120000 мг/л, 130000 мг/л, 140000 мг/л, 150000 мг/л, 160000 мг/л, 170000 мг/л, 180000 мг/л, 190000 мг/л, 200000 мг/л, 210000 мг/л, 220000 мг/л, 230000 мг/л, 240000 мг/л, 250000 мг/л, 260000 мг/л, 270000 мг/л, 280000 мг/л, 290000 мг/л, 300000 мг/л. В пределах вышеописанного диапазона можно легко получить литийсодержащий осадок, имеющий существенно более высокую степень растворения лития по сравнению с фосфатом лития.

Катионы щёлочноземельных металлов в первом растворе могут представлять собой один или более катионов из катионов бериллия (Be^{2+}), катионов магния (Mg^{2+}), катионов кальция (Ca^{2+}), катионов стронция (Sr^{2+}), катионов бария (Ba^{2+}) и катионов радия (Ra^{2+}). В

одном осуществлении катионы щёлочноземельных металлов в первом растворе могут представлять собой катионы магния (Mg^{2+}), катионы кальция (Ca^{2+}) и катионы стронция (Sr^{2+}). Способ извлечения лития, согласно настоящему изобретению, можно надлежащим образом применять, когда в качестве катионов щёлочноземельных металлов присутствуют все из катионов магния (Mg^{2+}), катионов кальция (Ca^{2+}) и катионов стронция (Sr^{2+}).

Первый раствор может дополнительно содержать катионы щелочных металлов. Катионы щелочных металлов могут представлять собой катионы щелочных металлов, отличных от лития, и могут представлять собой, например, один или более катионов из катионов натрия (Na^+), катионов калия (K^+), катионов рубидия (Rb^+), катионов цезия (Cs^+) и катионов франция (Fr^+). В одном осуществлении катионом щелочного металла может быть один или оба из катионов натрия (Na^+) и катионов калия (K^+). Способ извлечения лития по настоящему изобретению можно надлежащим образом применять, когда присутствуют как катионы натрия (Na^+), так и катионы калия (K^+).

В одном осуществлении общая концентрация катиона щелочного металла в первом растворе может составлять 20000 мг/л или более, например, 20000 - 50000 мг/л или 20000 - 40000 мг/л, например 20000 мг/л, 21000 мг/л, 22000 мг/л, 23000 мг/л, 24000 мг/л, 25000 мг/л, 26000 мг/л, 27000 мг/л, 28000 мг/л, 29000 мг/л, 30000 мг/л, 31000 мг/л, 32000 мг/л, 33000 мг/л, 34000 мг/л, 35000 мг/л, 36000 мг/л, 37000 мг/л, 38000 мг/л, 39000 мг/л, 40000 мг/л, 41000 мг/л, 42000 мг/л, 43000 мг/л, 44000 мг/л, 45000 мг/л, 46000 мг/л, 47000 мг/л, 48000 мг/л, 49000 мг/л, 50000 мг/л.

Первый раствор может дополнительно содержать катионы или анионы, полученные из одного или более элементов из железа, марганца, кобальта, бора, кремния, алюминия, хлора и серы. В одном осуществлении первый раствор может включать анион, полученный из серы. Способ извлечения лития по настоящему изобретению может надлежащим образом применяться, когда присутствует полученный из серы анион.

Общая концентрация катионов лития, катионов щёлочноземельных металлов и катионов щелочных металлов в первом растворе может превышать 100000 мг/л. В пределах вышеописанного диапазона можно легко получить осадок, имеющий существенно более высокую степень растворения лития по сравнению с фосфатом лития. Предпочтительно общая концентрация катионов лития (Li^+), катионов щёлочноземельных металлов и катионов щелочных металлов в первом растворе может составлять 150000 - 300000 мг/л, более предпочтительно 150000 - 250000 мг/л и наиболее предпочтительно 150000 - 200000 мг/л, например, 110000 мг/л, 120000 мг/л, 130000 мг/л, 140000 мг/л, 150000 мг/л, 160000 мг/л, 170000 мг/л, 180000 мг/л, 190000 мг/л, 200000 мг/л, 210000 мг/л,

220000 мг/л, 230000 мг/л, 240000 мг/л, 250000 мг/л, 260000 мг/л, 270000 мг/л, 280000 мг/л, 290000 мг/л, 300000 мг/л. В одном осуществлении общая концентрация катионов лития (Li^+), катионов магния (Mg^{2+}), катионов кальция (Ca^{2+}), катионов стронция (Sr^{2+}), катионов натрия (Na^+) и катионов калия (K^+) может составлять 150000 мг/л или более, предпочтительно 150000 - 300000 мг/л, более предпочтительно 150000 - 250000 мг/л и наиболее предпочтительно 150000 - 200000 мг/л, например, 150000 мг/л, 160000 мг/л, 170000 мг/л, 180000 мг/л, 190000 мг/л, 200000 мг/л, 210000 мг/л, 220000 мг/л, 230000 мг/л, 240000 мг/л, 250000 мг/л, 260000 мг/л, 270000 мг/л, 280000 мг/л, 290000 мг/л, 300000 мг/л.

Материал-источник фосфора может быть одним или более материалами, выбранными из фосфора, фосфорной кислоты, фосфата, гидрофосфата и фосфорсодержащего раствора. Конкретные примеры фосфата включают фосфат калия, фосфат натрия, фосфат аммония (в частности, фосфат аммония может представлять собой $(\text{NR}_4)_3\text{PO}_4$, где R может независимо представлять собой водород, дейтерий или замещённую или незамещённую C1 - C10 алкильную группу) и т.п. Более конкретно, фосфат может быть монокалийфосфатом (дигидрофосфатом калия), дикалийфосфатом (гидрофосфатом калия), трикалийфосфатом (ортофосфатом калия), моносодийфосфатом (дигидрофосфатом натрия), дисодийфосфатом (гидрофосфатом натрия), тринатрийфосфатом (ортофосфатом натрия), фосфатом алюминия, фосфатом цинка, полифосфатом аммония, гексаметафосфатом натрия, монокальцийфосфатом (дигидрофосфатом кальция), дикальцийфосфатом (гидрофосфатом кальция), трикальцийфосфатом (ортофосфатом кальция) и т.п.

Материал-источник фосфора может быть включён в количестве 1 - 4 моль на 1 моль катионов лития в первом растворе. В пределах вышеописанного диапазона эффект настоящего изобретения может быть легко реализован.

Получение литийсодержащего осадка может быть осуществлено путём добавления материала-источника фосфора к первому раствору и выполнения перемешивания при комнатной температуре в течение 1 - 24 часов. В результате можно легко получить литийсодержащий осадок, содержащий литий, магний, кальций, стронций и фосфор, и степень извлечения лития может быть высокой. В данном случае «комнатная температура» означает не конкретную температуру, а температуру без добавления внешней энергии. Поэтому комнатная температура может варьироваться в зависимости от места и времени. Например, комнатная температура может составлять 20 - 30°C. Предпочтительно время перемешивания может составлять 1 - 12 часов. В пределах вышеописанных диапазонов степень извлечения лития может быть довольно высокой.

В осуществлении эту стадию можно проводить так, чтобы степень извлечения лития по следующему Уравнению 1 составляла 70% или более, например, 70 - 100%.

$$\text{Степень извлечения лития} = A/B \times 100 \quad (1)$$

где

A = Концентрация катионов лития в первом растворе – Концентрация катионов лития в фильтрате, полученном при получении литийсодержащего осадка (единицы: мг/л),

B = концентрация катионов лития в первом растворе (единицы: мг/л).

Обращаясь к фиг. 2А - фиг. 2С, первый раствор представляет собой прозрачный раствор. С другой стороны, первый раствор, полученный после того, как к первому прозрачному раствору добавили материал-источник фосфора и оставили взаимодействовать, представляет собой белую непрозрачную суспензию. Затем эта непрозрачная суспензия может быть отфильтрована для получения литийсодержащего осадка в виде белого твёрдого вещества.

Литийсодержащий осадок может быть отделен от суспензии обычным способом, таким как фильтрация из первого раствора.

Литийсодержащий осадок содержит литий, магний, кальций, стронций и фосфор. В одном осуществлении литийсодержащий осадок может дополнительно содержать один или более элементов из натрия, калия, хлора и серы.

(2) Способ извлечения лития в соответствии с настоящим изобретением может дополнительно включать добавление воды с температурой 80 - 100°C в количестве, в 5 - 20 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, к литийсодержащему осадку, перемешивание суспензии в течение 12 - 60 часов, и затем фильтрацию суспензии для получения второго раствора, причём второй раствор может содержать катионы лития (Li^+). В пределах вышеописанного содержания воды, температуры воды и времени перемешивания может быть облегчено растворение катионов лития из литийсодержащего осадка. Предпочтительно эту стадию можно выполнить, добавляя воду с температурой 85 - 95°C в количестве, в 7 - 18 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, к литийсодержащему осадку, перемешивая суспензию в течение 12 - 60 часов и затем фильтруя суспензию.

Концентрация катионов лития во втором растворе может составлять 200 мг/л или более, например, 500 мг/л или более, 1000 мг/л или более, 10000 мг/л или менее, 5000 мг/л или менее или 3000 мг/л или менее, например, 500 мг/л, 600 мг/л, 700 мг/л, 800 мг/л, 900

мг/л, 1000 мг/л, 2000 мг/л, 3000 мг/л, 4000 мг/л, 5000 мг/л, 6000 мг/л, 7000 мг/л, 8000 мг/л, 9000 мг/л, 10000 мг/л.

Эта стадия может облегчить последующее получение карбоната лития или гидроксида лития за счёт селективного растворения катионов лития из литийсодержащего осадка. Это связано с тем, что степень растворения катионов лития из литийсодержащего осадка высокая.

В одном осуществлении литийсодержащий осадок может иметь степень растворения лития 60% или более, например, 60 - 100 %, при перемешивании в воде с температурой 90°C в количестве, в 15 раз превышающем массу осадка, в течение 12 - 60 часов. В пределах вышеописанного диапазона из литийсодержащего осадка можно легко получить гидроксид лития или карбонат лития. Степень растворения лития можно рассчитать по следующему Уравнению 2:

$$\text{Степень растворения лития} = A/B \times 100 \quad (2)$$

где B = общая концентрация катионов лития, содержащихся в литийсодержащем осадке (единицы: мг/л),

A = общая концентрация катионов лития в фильтрате, полученном путём перемешивания литийсодержащего осадка в воде при 90°C в количестве, в 15 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, в течение 60 часов и фильтрации суспензии (единицы измерения: мг/л).

В одном осуществлении литийсодержащий осадок может иметь степень растворения фосфора менее 0,2% при перемешивании в воде с температурой 90°C в количестве, в 15 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, в течение 12 - 60 часов. В пределах вышеописанного диапазона, когда карбонат лития получают с использованием раствора литийсодержащего осадка, может не потребоваться использование реагента, осаждающего анион фосфора, для удаления аниона фосфора. Степень растворения фосфора может быть рассчитана по следующему Уравнению 3:

$$\text{Степень растворения фосфора} = A/B \times 100 \quad (3)$$

где

B = общая концентрация анионов фосфора, содержащихся в литийсодержащем осадке (единицы: мг/л),

A = общая концентрация анионов фосфора в фильтрате, полученном путём перемешивания литийсодержащего осадка в воде при 90°C в количестве, в 15 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, в течение 60 часов и фильтрации

суспензии (единицы: мг/л).

Хотя B в Уравнении 2 конкретно не ограничено, B может быть рассчитано из общей концентрации катионов лития в растворе, полученном путём полного растворения литийсодержащего осадка в имеющем комнатную температуру водном растворе хлористоводородной кислоты (концентрация хлористоводородной кислоты в водном растворе хлористоводородной кислоты составляет 9 – 15 мас.%) в количестве, в 15 раз превышающем массу литийсодержащего осадка.

Хотя B в Уравнении 3 конкретно не ограничено, B может быть рассчитано из общей концентрации анионов фосфора в растворе, полученном путём полного растворения литийсодержащего осадка в имеющем комнатную температуру водном растворе хлористоводородной кислоты (концентрация хлористоводородной кислоты в водном растворе хлористоводородной кислоты составляет 9 – 15 мас.%) в количестве, в 15 раз превышающем массу литийсодержащего осадка.

В одном осуществлении литийсодержащий осадок может иметь степень растворения лития 90% или более, например, 98 - 100%, при перемешивании в воде с температурой 90°C в количестве, в 15 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, в течение 36 - 60 часов. В пределах вышеописанного диапазона из литийсодержащего осадка может быть легко получен гидроксид лития или карбонат лития.

(3) Способ извлечения лития в соответствии с настоящим изобретением может дополнительно включать добавление имеющей комнатную температуру 0,1 – 5 мас.% разбавленной хлористоводородной кислоты, например, разбавленного водного раствора хлористоводородной кислоты в количестве, в 5 - 20 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, перемешивание суспензии в течение 1 - 5 часов и затем фильтрацию суспензии для получения третьего раствора, причём третий раствор может содержать катионы лития. Концентрация катионов лития в третьем растворе может составлять 200 мг/л или более. Гидроксид лития или карбонат лития могут быть получены из третьего раствора.

(4) Способ получения карбоната лития согласно настоящему изобретению включает использование литийсодержащего осадка, полученного способом извлечения лития согласно настоящему изобретению.

Способ получения карбоната лития по настоящему изобретению может включать: получение литийсодержащего осадка способом извлечения лития по настоящему изобретению (стадия 1); добавление воды с температурой 80 - 100°C в количестве, в 5 - 20 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, к литийсодержащему осадку,

перемешивание суспензии в течение 12 - 60 часов и затем фильтрацию суспензии для получения второго раствора, содержащего катионы лития (Li^+) (стадия 2); и карбонизацию второго раствора для получения карбоната лития (стадия 3).

Стадия 1 и стадия 2 по существу такие же, как описано выше. Поэтому в дальнейшем будет описана только стадия 3.

Стадия 3 представляет собой стадию карбонизации второго раствора для получения карбоната лития. Карбонизация может быть осуществлена путем добавления карбоната ко второму раствору или с использованием карбонизирующего газа. Карбонат может представлять собой карбонат натрия (Na_2CO_3). Получение карбоната лития с использованием карбоната или карбонизирующего газа может быть осуществлено обычным способом, известным в данной области техники.

В одном осуществлении способ получения карбоната лития по настоящему изобретению может не включать использование кислоты или водного раствора кислоты.

(5) Способ получения гидроксида лития согласно настоящему изобретению включает использование литийсодержащего осадка, полученного способом извлечения лития согласно настоящему изобретению.

Способ получения карбоната лития по настоящему изобретению может включать: получение литийсодержащего осадка методом извлечения лития по настоящему изобретению (стадия 1); добавление воды с температурой 80 - 100°C в количестве, в 5 - 20 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, к литийсодержащему осадку, перемешивание суспензии в течение 12 - 60 часов и затем фильтрацию суспензии для получения второго раствора, содержащего катионы лития (Li^+) (стадия 2); и добавление реагента, осаждающего анион фосфата, ко второму раствору для получения гидроксида лития (стадия 3).

Стадия 1 и стадия 2 по существу такие же, как описано выше. Поэтому в дальнейшем будет описана только стадия 3.

Стадия 3 представляет собой стадию добавления реагента, осаждающего анион фосфата, ко второму раствору для получения гидроксида лития. Реагентом для осаждения может быть оксид или гидроксид щёлочноземельных металлов, включая Ca, Sr, Ba, Ra, Be или Mg, такой как гидроксид кальция.

Далее будут подробно описаны примеры настоящего изобретения со ссылкой на прилагаемый чертёж. Однако следующие примеры представлены только для иллюстрации настоящего изобретения, и настоящее изобретение ими не ограничивается.

Пример 1

Как показано в следующей Таблице 1, полученный из рассола раствор лития, содержащий примеси, был приготовлен в качестве первого раствора.

Таблица 1

Химические компоненты	Li ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S
Содержание (мг/л)	346	21770	128571	2275	7482	16730	16

Na₃PO₄ был добавлен в количестве 2 моль на 1 моль катионов лития в первом растворе к первому раствору и был оставлен реагировать при перемешивании при комнатной температуре в течение 1 - 24 часов. После завершения реакции полученный раствор был отфильтрован для отделения литийсодержащего осадка в виде твёрдого осадка на фильтре, а фильтрат был собран. Концентрации лития, магния, кальция и стронция в фильтрате были измерены с использованием атомно-эмиссионного спектрометра (ICP-AES), и результаты представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Время реакции (час)	Концентрация химических компонентов в фильтрате (мг/л)				Степень извлечения лития (%)
	Li ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	
1	284	21135	124246	2270	17,9
2	228	21105	123573	2267	34,1
3	197	20968	122385	2250	43,1
4	169	20960	122676	2252	51,2
6	131	20939	119452	2225	62,1
8	111	20859	119499	2224	67,9
10	105	20881	113667	2228	69,7
12	94	20810	112150	2218	72,8
24	67	20725	106300	2199	80,6

В Таблице 2 степень извлечения лития была рассчитана по формуле (Концентрация катионов лития в первом растворе - Концентрация катионов лития в фильтрате) x100/(Концентрация катионов лития в первом растворе).

Как показано в Таблице 2, можно видеть, что через 24 часа реакции 279 мг/л, что соответствует примерно 81% катионов лития из 346 мг/л, растворённых в первом растворе, было осаждено в виде литийсодержащего осадка, и, таким образом, в реакционном фильтрате оставался только 67 мг/л. Из этого результата можно видеть, что катионы лития успешно извлекаются из первого раствора, содержащего большое

количество примесей.

Изменение концентрации лития, растворённого в первом растворе, и степень извлечения лития в зависимости от времени реакции, представленные в Таблице 2, графически показаны на фиг. 1. Обращаясь к фиг. 1 можно видеть, что концентрация катионов лития в фильтрате (левая ось Y) постепенно снижается в зависимости от времени реакции (ось X) и, соответственно, степень извлечения лития постепенно увеличивается.

Осадок был высушен при 105°C в течение 24 часов, химический состав полученного литийсодержащего осадка был определен с помощью ICP-AES, и массовый процент каждого компонента в литийсодержащем осадке представлен в Таблице 3.

Таблица 3

Химические компоненты	Li ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	P
Содержание (мас.%)	3,7	2,69	12,24	0,28	10,4

Как показано в Таблице 3, можно ясно видеть, что литий может быть успешно извлечён путём получения литийсодержащего осадка с использованием примесей в качестве среды в первом растворе.

Пример 2

Литийсодержащий осадок, представленный в Таблице 3, был смешан с водой при 90°C в количестве, в 15 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, перемешан в течение 12 - 60 часов и затем отфильтрован с получением фильтрата в качестве второго раствора.

Химический состав второго раствора был проанализирован с помощью ICP-AES, и результаты представлены в Таблице 4.

Для определения концентрации лития и фосфора при полном растворении литийсодержащего осадка, представленного в Таблице 3, литийсодержащий осадок, представленный в Таблице 3, был смешан с 9 мас.% водным раствором хлористоводородной кислоты, в количестве в 15 раз превышающим массу литийсодержащего осадка, и перемешан. Концентрация лития и фосфора в водном растворе были измерены согласно анализу ICP-AES и составляли 1879 мг/л и 5897 мг/л, соответственно. Эти результаты показывают, что, когда литийсодержащий осадок полностью растворён в воде с температурой 90°C в количестве, в 15 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, концентрация лития и фосфора составляет 1879 мг/л и 5897 мг/л, соответственно. Эти значения концентрации сравнивали с соответствующими

значениями для вторых растворов, перемешанных 12 - 60 часов. Из этого сравнения были рассчитаны степени растворения лития и фосфора в соответствии с Уравнением 2.

Как показано в Таблице 4, было подтверждено, что при смешивании осадка с водой при 90°C в количестве, в 15 раз превышающем массу осадка, и последующем перемешивании в течение 60 часов 98,2% лития, содержавшегося в литийсодержащем осадке, то есть почти весь содержащийся в нём литий, растворилось. Напротив, было подтверждено, что, в отличие от случая, когда литийсодержащий осадок был смешан с хлористоводородной кислотой и перемешан, когда литийсодержащий осадок был смешан с водой при 90°C в количестве, в 15 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, и затем перемешан в течение 60 часов, фосфор, содержавшийся в литийсодержащем осадке, практически не растворяется. Из этих результатов можно видеть, что при получении карбоната лития с использованием раствора литийсодержащего осадка использование реагента, осаждающего анион фосфора, не требуется для удаления аниона фосфора. Также можно легко видеть, что при растворении литийсодержащего осадка слабой кислотой, разбавленной большим количеством воды, литий может быть растворен без растворения фосфора даже при комнатной температуре.

Таблица 4

Время перемешивания (час)	Концентрация химических компонентов, растворённых во втором растворе (мг/л)					Степень растворения лития (%)	Степень растворения фосфора (%)
	Li ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	P ⁿ⁻		
12	1103	1517	586	16	9	58,7	0,15
24	1262	1503	478	12	8	67,2	0,14
32	1437	1516	425	11	9	76,5	0,15
48	1582	1619	422	11	10	84,2	0,17
60	1846	1796	444	11	11	98,2	0,19

Сравнительный пример

Как показывают результаты рентгенофазового анализа на фиг. 3, был приготовлен однофазный фосфат лития (Li₃PO₄). Фосфат лития представляет собой плохо растворимое соединение с растворимостью 0,39 г/л. Фосфат лития был смешан с водой в количестве, в 15 раз превышающем массу фосфата лития, для приготовления водного раствора фосфата лития, и этот водный раствор перемешивали при 90°C в течение 12 - 60 часов и затем фильтровали. Химический состав полученных фильтратов был проанализирован с помощью ICP-AES, и его результаты представлены в Таблице 5.

Для определения концентрации лития при полном растворении фосфата лития фосфат лития был смешан с 9 мас.% водным раствором хлористоводородной кислоты, в количестве в 15 раз превышающем массу фосфата лития, и перемешан. Концентрация лития в водном растворе, измеренная с помощью анализа ICP-AES, составляла 9739 мг/л. Этот результат подтверждает, что, когда фосфат лития полностью растворён в воде с температурой 90°C в количестве, в 15 раз превышающем массу фосфата лития, концентрация лития составляет 9739 мг/л.

Эти значения концентрации сравнивали со значениями для вторых растворов, перемешанных 12 - 60 часов. Из этого сравнения степень растворения лития была рассчитана в соответствии с Уравнением 2. Эти результаты показаны в Таблице 5 и на фиг. 4.

Таблица 5

Время перемешивания (час)	Концентрация химических компонентов, растворённых в водном растворе, включающем Li_3PO_4 (мг/л)				Степень растворения лития (%)
	Li^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Sr^{2+}	
12	22	0	0	0	0,2
24	22	0	0	0	0,2
36	22	0	0	0	0,2
48	22	0	0	0	0,2
60	23	0	0	0	0,2

Как описано выше, фосфат лития представляет собой типичный плохо растворимый материал, имеющий растворимость в воде 0,39 г/л. Как показано в Таблице 5, даже при перемешивании фосфата лития в воде в течение 60 часов степень растворения лития очень низкая 0,2%. Это существенно отличается от того, что в аналогичных условиях литийсодержащий осадок имеет высокую степень растворения, 98,2%. Эти экспериментальные результаты ясно показывают, что литийсодержащий осадок по настоящему изобретению представляет собой материал, имеющий физико-химические свойства, полностью отличающиеся от свойств плохо растворимого фосфата лития (Li_3PO_4). Таким образом, Пример 2 и Сравнительный Пример показывают, что литийсодержащий осадок, извлечённый из раствора лития согласно настоящему изобретению, не является общеизвестным плохо растворимым фосфатом лития, имеющим растворимость 0,39 г/л. Кроме того, ясно видно, что характер растворения лития в случае

литийсодержащего осадка и фосфата лития в водных растворах значительно различается, как показано в Таблице 5 и на фиг. 4.

Настоящее изобретение не ограничено описанными в заявке осуществлениями и может быть реализовано в других формах, и специалистам в области техники, к которой относится изобретение, будет понятно, что настоящее изобретение может быть реализовано в других конкретных формах без изменения технической сущности или существенных признаков настоящего изобретения. Поэтому следует понимать, что осуществления, описанные выше, являются только иллюстративными во всех аспектах, но не ограничивающими.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ извлечения лития, включающий:

добавление материала-источника фосфора к первому раствору, содержащему катионы лития (Li^+) и катионы щёлочноземельного металла, для получения литийсодержащего осадка, содержащего магний, кальций, стронций и фосфор,

при этом общая концентрация катионов щёлочноземельного металла в первом растворе составляет 100000 мг/л или более.

2. Способ по п. 1, в котором катионы щёлочноземельного металла представляют собой катионы магния (Mg^{2+}), катионы кальция (Ca^{2+}) и катионы стронция (Sr^{2+}).

3. Способ по п. 2, в котором первый раствор дополнительно содержит катионы щелочного металла.

4. Способ по п. 3, в котором катионы щелочного металла представляют собой один или оба из катиона натрия (Na^+) и катиона калия (K^+).

5. Способ по п. 3, в котором первый раствор дополнительно содержит катионы, полученные из одного или более элементов из железа, марганца, кобальта, бора, кремния, алюминия, хлора и серы.

6. Способ по п. 1, в котором первый раствор получен из рассола, подземных горячих вод, морской воды, минерального сырья или отработанной батареи.

7. Способ по п. 1, в котором концентрация катионов лития в первом растворе составляет 70 мг/л или более.

8. Способ по п. 1, в котором литийсодержащий осадок дополнительно содержит один или более элементов из натрия, калия, хлора и серы.

9. Способ по п. 1, в котором материал-источник фосфора представляет собой один или более материалов, выбранных из фосфора, фосфорной кислоты, фосфата, гидрофосфата и фосфорсодержащего раствора.

10. Способ по п. 1, в котором общая концентрация катионов лития (Li^+) и катионов щёлочноземельного металла в первом растворе составляет 100100 мг/л или более.

11. Способ по п. 1, в котором общая концентрация катионов лития, катионов щёлочноземельного металла и катионов щелочного металла в первом растворе превышает 100000 мг/л.

12. Способ по п. 1, дополнительно включающий добавление воды с температурой 80 - 100°C в количестве, в 5 - 20 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, к литийсодержащему осадку, перемешивание суспензии литийсодержащего осадка в течение 12 - 60 часов и затем фильтрование суспензии для получения второго раствора,

причём второй раствор содержит катионы лития.

13. Способ по п. 12, в котором концентрация катионов лития во втором растворе составляет 200 мг/л или более.

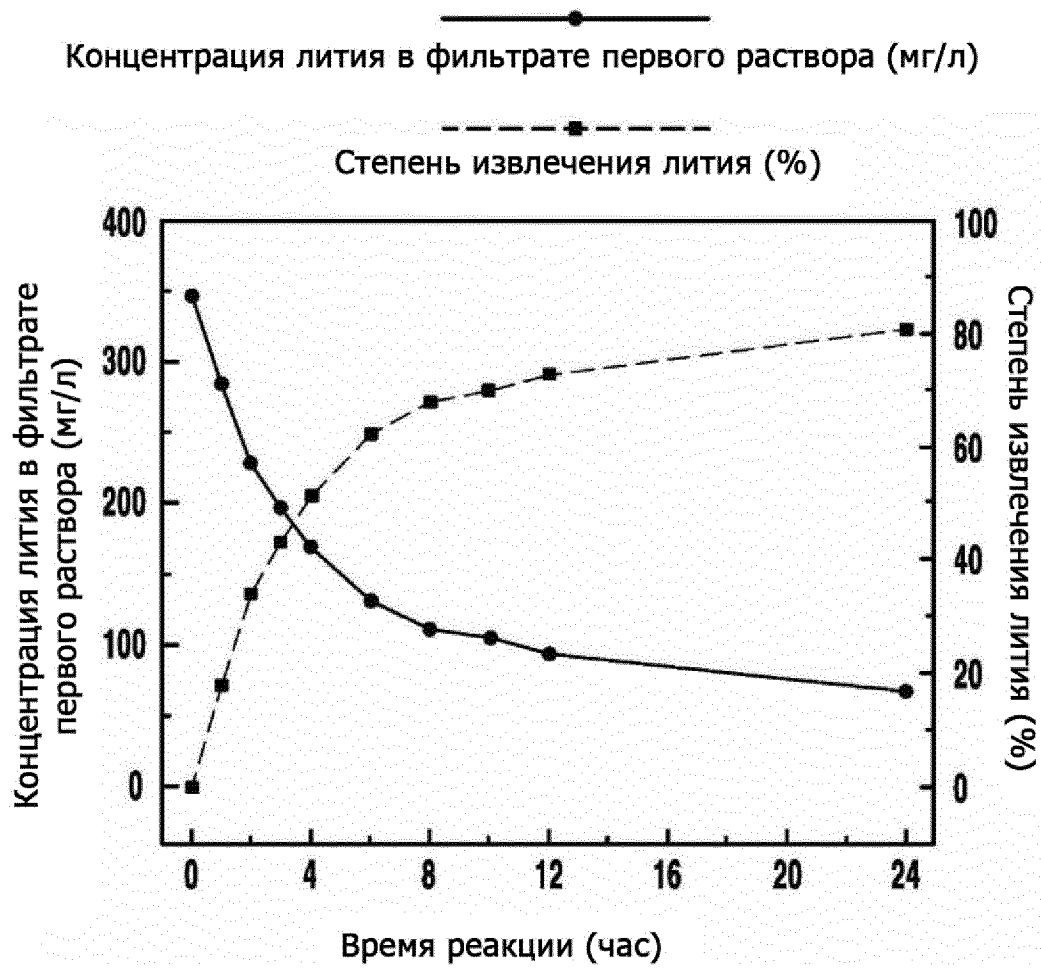
14. Способ по п. 1, дополнительно включающий добавление к литийсодержащему осадку при комнатной температуре разбавленной 0,1 – 5 мас.% хлористоводородной кислоты в количестве, в 5 - 20 раз превышающем массу литийсодержащего осадка, перемешивание суспензии литийсодержащего осадка в течение 1 - 5 часов и затем фильтрацию для получения третьего раствора, причём третий раствор содержит катионы лития.

15. Способ по п. 14, в котором концентрация катионов лития в третьем растворе составляет 200 мг/л или более.

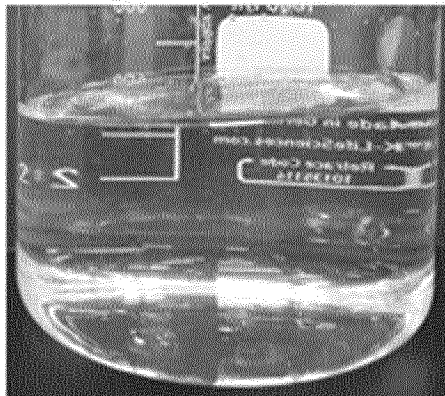
16. Способ по п. 12, дополнительно включающий получение гидроксида лития или карбоната лития из второго раствора.

17. Способ получения карбоната лития, включающий использование осадка, полученного способом извлечения лития по любому из пп. 1 - 16.

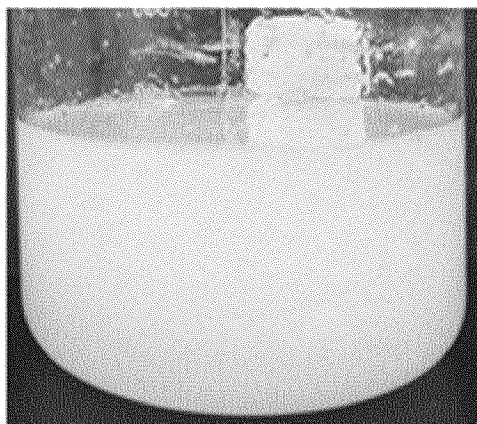
18. Способ получения гидроксида лития, включающий использование осадка, полученного способом извлечения лития по любому из пп. 1 - 16.



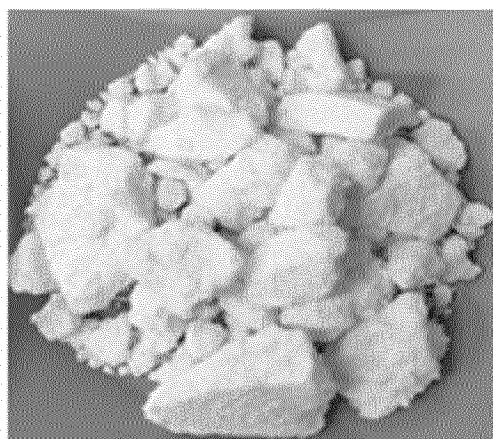
Фиг. 1



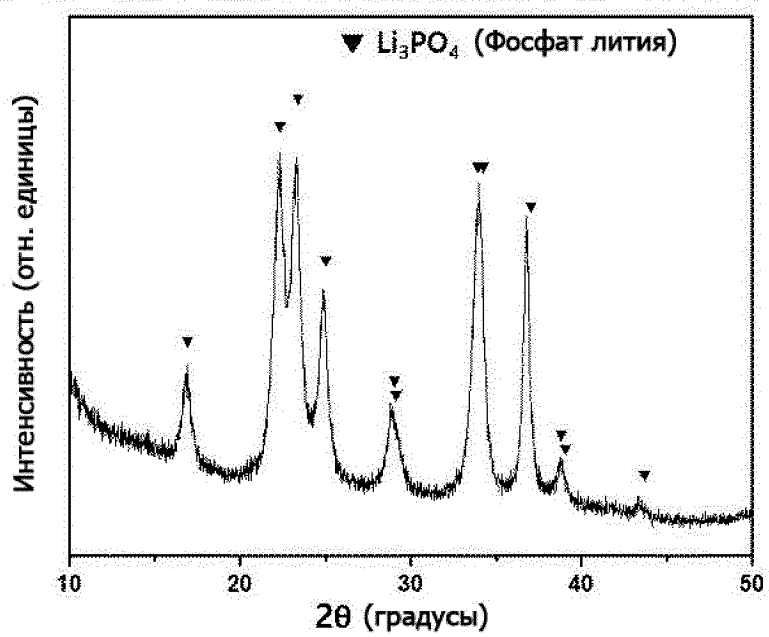
Фиг. 2А



Фиг. 2В



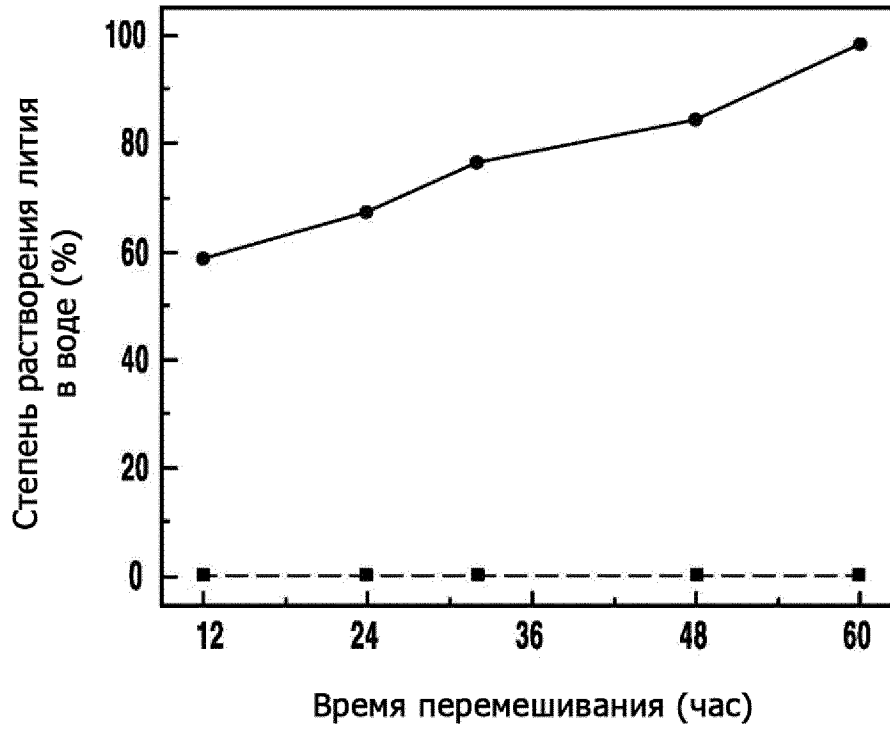
Фиг. 2С



Фиг. 3

—●—
Степень растворения лития из литийсодержащего осадка в воде (%)

-■-
Степень растворения лития из фосфата лития в воде (%)



Фиг. 4

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ

(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202292585**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**C22B 26/12 (2006.01)
C01D 15/02 (2006.01)
C01D 15/08 (2006.01)
C22B 3/44 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

C01B 25/00-25/30, C01D 7/00-7/14, 15/00-15/08, C22B 3/00-3/44, 7/00, 26/00-26/20, H01M 10/00-10/54

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
Espacenet, ЕАПАТИС, ЕРОQUE Net, Reaxys, Google**В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ**

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X Y A	CN 110683525 A (CHON UONG) 14.01.2020, параграфы [0018]-[0021], [0024], [0028], [0036], [0039]-[0042]	1-3, 6-7, 9, 11 17-18 4-5, 8, 10, 12-16
Y	RU 2660864 C2 (ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ГЕОТЕРМИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН) 10.07.2018, реферат, формула	17
Y	RU 2470861 C2 (РОКВУД ЛИТИЭМ ИНК.) 27.12.2012, реферат, формула	18
A	CN 109852797 A (GANZHOU QIANDONG RARE EARTH GROUP CO LTD) 07.06.2019	1-18
A	WO 2013/089400 A1 (RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 20.06.2013	1-18
A	JP 2017052997 A (TAIHEIYO CEMENT CORP et al.) 16.03.2017	1-18

 последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«Е» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«О» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

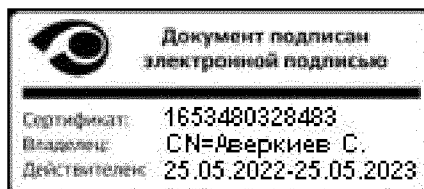
«Х» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«У» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: 23 января 2023 (23.01.2023)

Уполномоченное лицо:
Начальник Управления экспертизы

С.Е. Аверкиев