



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2013155166/02, 11.12.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.12.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.12.2013

(45) Опубликовано: 10.04.2015 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2309122 С2 (АО "УЛЬБИНСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД"), 27.10.2007. WO 2004043862 А1 (MTI METAL TECHNOLOGIES ISRAEL), 27.05.2004. US 4729881 А (FMC CORP), 08.03.1988. US 3375060 А (DOW CHEMICAL CO), 26.03.1968. WO 2004044253 А2 (MTI METAL TECHNOLOGIES ISRAEL), 27.05.2004. US 2162323 А (DEGUSSA), 13.06.1939. GB1252081 А, 03.11.1971

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19, УрФУ,  
Центр интеллектуальной собственности, Маркс  
Т.В.

(72) Автор(ы):

Самойлов Валерий Иванович (KZ),  
Зеленин Виктор Иванович (RU),  
Оналбаева Жанар Сагидоллиновна (KZ),  
Куленова Наталья Анатольевна (KZ),  
Борсук Александр Николаевич (KZ)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования "Уральский  
федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина (RU)

**(54) СПОСОБ СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БЕРИЛЛИЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу совместной переработки бериллиевых концентратов. Согласно изобретению берилловый концентрат активируют путем его измельчения до получения рентгеноаморфного продукта с крупностью частиц менее 5 мкм, а берtrandит-фенакит-флюоритовый концентрат активируют путем добавления в него фторсодержащих соединений в количестве, обеспечивающем содержание фтора 10÷25 мас.%. Затем активированный берилловый концентрат обрабатывают серной кислотой и полученную кислую пульпу добавляют в

активированный берtrandит-фенакит-флюоритовый концентрат. Далее образовавшуюся реакционную массу сульфатизируют в течение 1,5÷2 ч при температуре 115÷125°C с непрерывным механическим удалением продуктов реакции с поверхности частиц активированных концентратов с последующей выдержкой при температуре 250÷300°C не менее 1 ч. Техническим результатом является повышение извлечения бериллия в черновой гидроксид бериллия за счет полноты осаждения. 2 табл., 1 пр.

RU 2 547 060 С1

RU 2 547 060 С1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 547 060**<sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.  
*C22B 35/00* (2006.01)  
*C22B 3/08* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013155166/02**, 11.12.2013

(24) Effective date for property rights:  
**11.12.2013**

Priority:

(22) Date of filing: **11.12.2013**

(45) Date of publication: **10.04.2015** Bull. № 10

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, K-2, ul. Mira, 19, UrFU,  
Tsentr intellektual'noj sobstvennosti, Marks T.V.**

(72) Inventor(s):

**Samojlov Valerij Ivanovich (KZ),  
Zelenin Viktor Ivanovich (RU),  
Onalbaeva Zhanar Sagidollinovna (KZ),  
Kulnova Natal'ja Anatol'evna (KZ),  
Borsuk Aleksandr Nikolaevich (KZ)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Ural'skij  
federal'nyj universitet imeni pervogo Prezidenta  
Rossii B.N. El'tsina (RU)**

(54) **METHOD OF COMBINED PROCESSING OF BERYLLIUM CONCENTRATES**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: beryllium concentrate is activated by its milling until X-ray amorphous product with size of particles less than 5 μm is obtained, and bertrandite-phenacite-fluorite concentrate is activated by addition in it of fluorine-containing compounds in quantity which ensures fluorine content 10÷25 wt %. Then, activated beryllium concentrate is processed with sulphuric acid and obtained acid pulp is added to activated bertrandite-

phenacite-fluorite concentrate. After that, formed reaction mass is sulphatised for 1.5÷2 h at temperature 115÷125°C with continuous mechanical removal of reaction products from the surface of particles of activated concentrates with the following exposure at temperature 250÷300°C for not less than 1 h.

EFFECT: increase of beryllium extraction in rough beryllium hydroxide due to sedimentation completeness.  
2 tbl, 1 ex

**RU 2 547 060 C1**

**RU 2 547 060 C1**

Изобретение может быть использовано при переработке бериллийсодержащих рудных концентратов до гидроксида бериллия.

Основными промышленными источниками бериллия являются берилловые и берtrandит-фенакит-флюоритовые концентраты (БК и БФФК) [1], в которых содержатся порядка 2% масс. и 4% масс. бериллия соответственно в виде берилла  $[\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})]$ , берtrandита  $[\text{Be}_4(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{OH})_2]$  и фенакита  $[\text{Be}_2(\text{SiO}_4)]$ . БК и БФФК содержат также минералы пустой породы: флюорит -  $\text{CaF}_2$ , кварц -  $\text{SiO}_2$  и др.

Известен способ извлечения бериллия из БК [2], принятый за аналог, включающий активацию БК путем его измельчения до получения рентгеноаморфного продукта с крупностью частиц менее 5 мкм. Активированный концентрат сульфатизируют 93%-ной серной кислотой не менее 0,5 ч при температуре  $95\div 105^\circ\text{C}$  с непрерывным механическим удалением продуктов реакции с поверхности частиц концентрата и затем не менее 1,5 ч при температуре  $250\div 300^\circ\text{C}$ . Сульфатизированный продукт выщелачивают водой. Пульпу выщелачивания нейтрализуют раствором аммиака до pH 3,5 и фильтруют. Кек промывают от сульфата бериллия водой, подкисленной серной кислотой. Пульпу промывки разделяют на промывной раствор и отвальный кек. Извлечение бериллия из концентрата в раствор при этом составляет 95% масс.

Недостатком способа-аналога является то, что он может быть использован только для переработки БК и не предусматривает возможности совместной переработки БК с БФФК.

Для переработки бериллийсодержащих концентратов используется также способ [3], принятый за аналог, который включает активацию БФФК путем добавления в него фторсодержащих соединений в таком количестве, чтобы содержание фтора в указанной смеси составляло от 8 до 21% масс. Далее полученную реакционную массу подвергают сульфатизации 93%-ной серной кислотой при температуре  $250\div 320^\circ\text{C}$  в течение не менее 0,5 ч. Образующийся при этом газообразный фторид кремния абсорбируют в отдельном аппарате с получением кремнефтористоводородной кислоты; на стадии сульфатизации полнота удаления фтора из БФФК в газовую фазу составляет  $94\div 96\%$ .

Сульфатизированный продукт выщелачивают водой. Сернокислую пульпу со стадии выщелачивания нейтрализуют раствором аммиака до pH 3,5 и затем фильтруют. Отфильтрованный кек подвергают двукратной фильтр-репульпационной отмывке от сульфата бериллия. Из раствора сульфата бериллия осаждают черновой гидроксид бериллия путем нейтрализации данного раствора раствором аммиака. Согласно данному способу-аналогу обеспечивается извлечение бериллия из концентрата в раствор  $94,5\div 98,1\%$ , а полнота осаждения бериллия из указанного раствора в черновой гидроксид составляет  $99,4\div 99,9\%$ . Таким образом, извлечение бериллия из БФФК в черновой гидроксид бериллия находится в пределах  $94,4\div 97,5\%$ .

Недостатком данного способа-аналога является то, что он может быть использован только для переработки БФФК и не предусматривает возможности совместной переработки БФФК с БК.

Наиболее близким по совокупности признаков к заявляемому изобретению является способ совместной переработки БК и БФФК, основанный на активации их смеси, путем ее плавления с кальцинированной содой [1].

Согласно данному способу, принятому за прототип, БК, БФФК и соду смешивают с получением массового соотношения  $\text{SiO}_2:(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O})$  в шихте, равного  $1,1\div 1,3$  (добавка дорогостоящей соды при этом составляет  $5\div 10\%$  к массе смеси БК с БФФК).

Приготовленную шихту плавят при температуре  $1350^\circ\text{C}$  в течение 30 мин, плав

гранулируют водой, гранулят подвергают мокрому измельчению до крупности менее 150 мкм, полученную водно-гранулятную пульпу сгущают и проводят ее сульфатизацию серной кислотой при 120°C. Далее сульфат бериллия выщелачивают из сульфатной массы водой. Описанный способ совместной переработки бериллиевых концентратов обеспечивает извлечение бериллия из гранулята в сернокислый раствор на 97÷99%. При проведении сульфатизации гранулята по способу-прототипу фтор, содержащийся в грануляте, практически не удаляется из него, оставаясь в составе сульфатизированного гранулята. После выщелачивания сульфатизированного гранулята фтор, содержащийся в нем, целиком извлекается в раствор сульфата бериллия.

При переработке полученного таким образом раствора сульфата бериллия до черного гидроксида бериллия (по способу-аналогу) не достигается высокой полноты осаждения бериллия в его гидроксид. Причиной тому является образование водорастворимых фторбериллата аммония и фторбериллата натрия в сульфатном растворе. Указанные фторбериллаты являются прочными водорастворимыми соединениями бериллия, которые в процессе нейтрализации сульфатного раствора раствором аммиака не удается разрушить с осаждением черного гидроксида бериллия.

Способ-прототип в отличие от способов-аналогов позволяет осуществлять совместную переработку БК с БФФК. Вместе с тем, способ-прототип не лишен недостатков. В частности, его недостатком является неполнота осаждения бериллия в черновой гидроксид вследствие высокого содержания фтора в исходном БФФК и получаемом из БФФК растворе сульфата бериллия. Другой недостаток способа-прототипа заключается в том, что при его реализации безвозвратно теряется весь фтор, содержащийся в БФФК (фтор вместе с бериллием извлекается в сульфатный раствор из гранулята на стадии его сульфатизации и далее сбрасывается в отвал с маточным раствором со стадии осаждения черного гидроксида бериллия). Кроме того, способ-прототип требует использования дорогостоящей кальцинированной соды при плавке смеси БК с БФФК.

Задачей заявляемого изобретения является разработка способа совместной переработки БК с БФФК, обеспечивающего: 1) переработку указанных концентратов без использования дорогостоящей кальцинированной соды; 2) утилизацию фтора из данных концентратов и повышение извлечения бериллия из сырья в черновой гидроксид бериллия.

Сущность заявляемого способа совместной переработки бериллиевых концентратов заключается в том, что в отличие от известного способа-прототипа, включающего стадию активации концентратов, сульфатизацию активированных концентратов серной кислотой, водное выщелачивание сульфатизированного продукта, разделение пульпы выщелачивания на раствор сульфата бериллия и кек, осаждение гидроксида бериллия из сульфатного раствора, согласно заявляемому изобретению берилловый концентрат активируют путем его измельчения до получения рентгеноаморфного продукта с крупностью частиц менее 5 мкм, а берtrandит-фенакит-флюоритовый концентрат активируют путем добавления в него фторсодержащих соединений (в виде, например,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{HF}$  и др.) в таком количестве, чтобы содержание фтора в нем составляло 10÷25% масс., затем активированный берилловый концентрат обрабатывают серной кислотой, полученную кислую пульпу добавляют в активированный берtrandит-фенакит-флюоритовый концентрат, образовавшуюся реакционную массу сульфатируют в течение 1,5÷2 ч при температуре 115÷125°C с непрерывным механическим удалением продуктов реакции с поверхности частиц активированных концентратов и еще не менее 1 ч при температуре 250÷300°C.

Решение поставленной задачи и достижение соответствующих технических результатов обеспечивается тем, что в известном способе совместной переработки бериллиевых концентратов, включающем стадию активации концентратов, сульфатизацию активированных концентратов серной кислотой, водное выщелачивание сульфатизированного продукта, разделение пульпы выщелачивания на раствор сульфата бериллия и кек, осаждение гидроксида бериллия из сульфатного раствора, согласно заявляемому изобретению берилловый концентрат активируют путем его измельчения до получения рентгеноаморфного продукта с крупностью частиц менее 5 мкм, а берtrandит-фенакит-флюоритовый концентрат активируют путем добавления в него фторсодержащих соединений в таком количестве, чтобы содержание фтора в нем составляло 10÷25% масс., затем активированный берилловый концентрат обрабатывают серной кислотой, полученную кислую пульпу добавляют в активированный берtrandит-фенакит-флюоритовый концентрат, образовавшуюся реакционную массу сульфатизируют в течение 1,5÷2 ч при температуре 115÷125°C с непрерывным механическим удалением продуктов реакции с поверхности частиц активированных концентратов и еще не менее 1 ч при температуре 250÷300°C.

Таким образом, поставленная задача достигается тем, что согласно заявляемому способу, на начальном этапе его реализации БК активируют путем его измельчения с разрушением кристаллической решетки берилла и увеличением его удельной поверхности (механоактивация берилла), что повышает химическую активность данного минерала. Для активации БФФК в заявляемом способе к нему добавляют фторсодержащие соединения (химическая активация содержащихся в БФФК берtrandита и фенакита). Далее в процессе совместного вскрытия механоактивированного бериллового и берtrandит-фенакит-флюоритового концентратов 93%-ной серной кислотой в присутствии активирующих добавок соединения фтора в процессе нагрева реакционной массы уже при температуре 100÷200°C взаимодействует с серной кислотой с образованием газообразного фтористого водорода. При этом, в первую очередь, происходит взаимодействие газообразного фтористого водорода с фенакитом, берtrandитом и механоактивированным бериллом с образованием газообразного фторида кремния, сопровождающееся разрушением кристаллических решеток берtrandита и фенакита. За счет использования в заявляемом способе приемов активации БК и БФФК повышается их химическая активность, что обеспечивает в дальнейшем возможность глубокого вскрытия концентратов серной кислотой, с образованием водорастворимого сульфата бериллия.

БФФК содержит от 5 до 12% фтора, который в виде фтористого водорода интенсифицирует процесс вскрытия по описанной схеме. Однако, как правило, количество содержащегося в БК и БФФК фтора не достаточно для достижения промышленно приемлемого извлечения бериллия из концентратов.

Газообразный фторид кремния выводится из зоны реакции и утилизируется в отдельном аппарате в виде кремнефтористоводородной кислоты. За счет обезфторивания концентратов в процессе их вскрытия серной кислотой, на операции выщелачивания обеспечивается получение раствора сульфата бериллия с низким содержанием фтора, что позволяет в дальнейшем повысить полноту осаждения бериллия из сульфатного раствора в черновой гидроксид бериллия.

При реализации заявляемого способа исключаются стадии процесса и затраты на кальцинированную соду, т.к. отсутствуют операции плавки шихты из концентратов и соды, а также водной грануляции плава.

Пример осуществления способа.

Для осуществления заявляемого способа используются БК и БФФК, химический состав которых представлен в табл.1.

Таблица 1 – Содержание компонентов в БК и БФФК, % масс.

Наименование концентрата	Ве	SiO <sub>2</sub>	CaO	F
БК	2	55	1	1
БФФК	4	25	30	10

Для реализации заявляемого способа навеску БК механоактивируют в планетарной мельнице с получением рентгеноаморфного продукта крупностью частиц не менее 5 мкм. Из механоактивированного БК для последующей переработки берут навеску массой 22,7 г. Затем для переработки готовят навеску БФФК, массой 77,3 г, которую смешивают со фторсодержащим соединением: в примерах 3 и 5 (табл.2) используют добавку флюорита CaF<sub>2</sub> в количестве 18 г и 26 г соответственно, а в примерах 2 и 4 (табл.2) - 40%-ную плавиковую кислоту в количестве 11 г и 25 г соответственно; в примере 1 (табл.2) фторсодержащая добавка не применялась. Таким образом, суммарная масса БК и БФФК в примерах 1-5 (табл.2) составляет 100 г. Затем приготовленную навеску механоактивированного БК обрабатывают 93%-ной серной кислотой, расход которой составляет 3,5 мл на 1 г БК. Полученной таким образом кислой пульпой обрабатывают приготовленную смесь БФФК с фторсодержащим соединением. Далее выполняют сульфатизацию БК и БФФК, выдерживая их смесь с серной кислотой и фторсодержащим соединением 1,5÷2 ч при температуре 115÷120°C (непрерывно растирая реакцию массу пестиком). На заключительной стадии сульфатизации реакцию массу выдерживают при температуре 250÷300°C не менее 1 ч. Учитывая, что массовое соотношение БК и БФФК в примерах 1-5 (табл.2) составляет 1:3,4, удельный расход серной кислоты на сульфатизацию равен 0,8 мл на 1 г смеси БК с БФФК (3,5 мл серной кислоты: 4,4 г смеси концентратов = 0,8 мл/г).

Таблица 2 – Сравнительные показатели процессов переработки бериллийсодержащих концентратов до технического гидроксида бериллия по заявляемому способу и способу-прототипу

№ примера	Способ реализации	Содержание фтора в шихте, взятой в переработку		Содержание F в сульфатизированной смеси БК с БФФК (грануляте), г	Содержание бериллия, г			Полнота удаления фтора в газовую фазу по сульфатной массе (грануляту), %	Извлечение бериллия из сырья в сульфатный раствор (по потерям бериллия с кехом), %	Полнота осаждения Ве из сульфатного раствора в черновой Ве(OH) <sub>2</sub> (по гидроксиду), %	Скопное извлечение из смеси БК и БФФК в черновой Ве(OH) <sub>2</sub> , %
		% масс.	г		сульфатный раствор	отваль-ный кех	черновой Ве(OH) <sub>2</sub>				
1	Заявляемый способ	10	8,0	0,19	3,22	0,28	3,13	97,6	92,0	97,2	89,4
2		11	12,2	0,28	3,37	0,13	3,36	97,7	96,3	99,7	96,0
3		18	16,8	0,37	3,38	0,12	3,37	97,8	96,5	99,8	96,3
4		25	17,5	0,37	3,40	0,10	3,39	97,9	97,1	99,9	97,0
5		26	20,7	0,41	3,40	0,10	3,39	98,0	97,1	99,9	97,0
6*	Способ-прототип	(7,4)	(9,0)	8,46	3,39	0,11	3,36	6,0	97,0	99,0	96,0
7**		(7,3)	(7,9)	7,43	3,46	0,04	3,35	6,0	99,0	96,8	95,8

Примечание: 1 – содержание бериллия в шихте (примеры 1-7) составляет 3,5 г.

2 - в опытах 1 и 2 массовое соотношение БК:БФФК = 1:3,4;

3 \* - массовое соотношение SiO<sub>2</sub>:(CaO+Na<sub>2</sub>O) в проплавляемой шихте составляет 1,3, а расход кальцинированной соды при приготовлении шихты составляет 5 % к массе смеси БК с БФФК (массовое соотношение БК:БФФК = 1:3,1);

4 \*\* - массовое соотношение SiO<sub>2</sub>:(CaO+Na<sub>2</sub>O) в проплавляемой шихте составляет 1,1, а расход кальцинированной соды при приготовлении шихты составляет 10 % к массе смеси БК с БФФК (массовое соотношение БК:БФФК = 1:3,7).

В процессе сернокислотного вскрытия активированных концентратов растирание реакционной массы, температурный режим и длительность данного процесса назначают

исходя из получения требуемой полноты вскрытия концентратов.

При этом газообразный фторид кремния абсорбируют в отдельном аппарате с получением кремнефтористоводородной кислоты.

Сульфатизированную смесь БК с БФФК выщелачивают водой при Т:Ж=1:5 (по исходной смеси) при температуре 95÷100°C в течение 20 мин. Серноокислую пульпу с операции выщелачивания нейтрализуют 8÷10%-ным раствором аммиака до pH 3,5, после чего фильтруют. Полученный после фильтрования кек подвергают двукратной 5  
фильтр - репульпационной отмывке водой, подкисленной серной кислотой до pH 3,5 при Т:Ж=1:7 (по исходной смеси), температуре 80÷90°C в течение 15 мин. Отмытый кек 10  
сушат до постоянного веса, анализируют на содержание бериллия, после чего по остаточному количеству бериллия в кеке определяют полноту извлечения бериллия из концентрата. Из сульфатного раствора раствором аммиака осаждают черновой гидроксид бериллия.

Для сравнения с заявляемым изобретением получают сульфатизированный продукт 15  
по способу-прототипу. С этой целью готовят смесь БК и БФФК из расчета получения массового соотношения в смеси 1:(3,1÷3,7). К приготовленной смеси добавляют карбонат натрия, полученную шихту загружают в графитовый тигель и плавят при температуре 1350°C в течение 30 мин. Расплав сливают в холодную воду (температура воды 15°C), 20  
полученные гранулы высушивают и измельчают. Измельченный плав распульповывают в воде при соотношении Т:Ж=1:1. В полученную пульпу добавляют 93%-ную серную кислоту из расчета 0,8 мл кислоты на 1 г гранулята, образовавшуюся реакционную 25  
массу выдерживают в течение 5 мин при температуре 120°C. Переработку полученного таким образом сульфатизированного гранулята выполняют аналогично переработке сульфатизированной смеси БК с БФФК по заявляемому изобретению.

В табл.2 приведены результаты реализации заявляемого способа и, для сравнения, 30  
способа-прототипа.

Из данных, представленных в табл.2, следует, что использование заявляемого способа, 35  
позволяет на стадии сульфатизации смеси БК с БФФК обесфторивать ее на 97,7÷97,9% (пример 2-4, табл.2) за счет извлечения фтора в виде газообразного фторида кремния. После абсорбции фторида кремния в отдельном аппарате может быть получена 40  
кремнефтористоводородная кислота. Для сравнения, способ-прототип обеспечивает возможность утилизации лишь 6% фтора, содержащегося в смеси БК с БФФК (примеры 6 и 7, табл.2). Кроме того, за счет удаления из смеси БК и БФФК фтора и части кремния происходит его обогащение бериллием, 15÷19%, что не обеспечивается при 35  
использовании способа-прототипа.

Как видно из табл.2, использование заявляемого способа обеспечивает извлечение бериллия из смеси БК с БФФК в черновой гидроксид бериллия на.96÷97% (примеры 2-4, табл.2), тогда как по способу-прототипу это извлечение составляет лишь 95,8÷96,0% (примеры 6 и 7, табл.2)

40  
Кроме того, в заявляемом способе, при подготовке шихты не используется дорогостоящая кальцинированная сода, добавка которой, по способу-прототипу, достигает 10% к массе смеси БК с БФФК (примечание 3 и 4, табл.2).

#### Источники информации

1. Журкова З.А., Матясова В.Е., Матясов Н.Г., Самойлов В.И. Способ извлечения 45  
бериллия из бериллийсодержащих концентратов. Патент РФ 2107742. 1998. Бюл. №9.

2. Аксютенко В.С., Кочнев В.В., Ошлаков С.П., Самойлов В.И., Сырнев Б.В., Франц Е.В., Цораева С.Г., Шахворостов Ю.В. Способ извлечения бериллия из берилловых концентратов. Патент РФ 2313489. 2007. Бюл. №36.

3. Борсук А.Н., Задорин В.С., Леваневский И.О., Романов В.А., Самойлов В.И., Сосунов Ю.М., Шахворостов Ю.В. Способ переработки бериллийсодержащих концентратов. Патент РФ 2309122. 2007. Бюл. №30.

#### Формула изобретения

5

Способ совместной переработки бериллиевых концентратов, взятых в виде бериллового концентрата и берtrandит-фенакит-флюоритового концентрата, включающий стадию активации концентратов, сульфатизацию серной кислотой, водное выщелачивание сульфатизированного продукта, разделение пульпы выщелачивания на  
10 раствор сульфата бериллия и кек, осаждение гидроксида бериллия из раствора сульфата бериллия, отличающийся тем, что берилловый концентрат активируют путем его измельчения до получения рентгеноаморфного продукта с крупностью частиц менее 5 мкм, а берtrandит-фенакит-флюоритовый концентрат активируют путем добавления в него фторсодержащих соединений в количестве, обеспечивающем содержание фтора  
15  $10 \div 25$  мас.%, затем активированный берилловый концентрат обрабатывают серной кислотой, полученную кислую пульпу добавляют в активированный берtrandит-фенакит-флюоритовый концентрат, сульфатизации подвергают образовавшуюся реакционную массу и проводят ее в течение  $1,5 \div 2$  ч при температуре  $115 \div 125^\circ\text{C}$  с непрерывным механическим удалением продуктов реакции с поверхности частиц  
20 активированных концентратов и последующей выдержкой при температуре  $250 \div 300^\circ\text{C}$  не менее 1 ч.

25

30

35

40

45