

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2738400

СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ СИЛЬВИНИТОВЫХ РУД

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Кускова Яна Вадимовна (RU),
Бойков Алексей Викторович (RU)*

Заявка № 2020113944

Приоритет изобретения 03 апреля 2020 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 11 декабря 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 03 апреля 2040 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

 Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
В03В 9/00 (2020.05); В03С 9/00 (2020.05)

(21)(22) Заявка: 2020113944, 03.04.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.04.2020

Дата регистрации:
11.12.2020

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 03.04.2020

(45) Опубликовано: 11.12.2020 Бюл. № 35

Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):
Кускова Яна Вадимовна (RU),
Бойков Алексей Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2684380 C1, 08.04.2019. RU
2555906 C1, 10.07.2015. SU 1375345 A1,
23.02.1988. SU 659190 A1, 30.04.1979. SU 1011518
A1, 15.04.1983. SU 464571 A1, 25.03.1975. CN
106276983 A, 04.01.2017.

(54) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ СИЛЬВИНИТОВЫХ РУД

(57) Реферат:

Предложенное изобретение относится к области обогащения калийных сильвинитовых руд, содержащих нерастворимые в воде фракции, представленные глинистыми разностями. Способ переработки калийных сильвинитовых руд включает рудоподготовку, термическую обработку и электрическую сепарацию руды. Термическую обработку ведут микроволновым излучением с частотой от 2000 до 3000 МГц мощностью от 600 до 1000 Вт. Затем материал подвергают коронно-электростатической сепарации с получением глинистой и солевой составляющей. Глинистую составляющую

отправляют в отвал. Солевую нагревают от 200 до 300°C при одновременном вибрационном воздействии, затем охлаждают от 100 до 120°C с одновременным объемным вибрационным воздействием и подвергают трибоэлектростатической сепарации с получением сильвинитового и галитового концентратов. Сильвинитовый концентрат окусковывают, а галитовый используют в качестве сухой соли. Технический результат - снижение энергозатрат и повышение экологической чистоты. 1 табл., 1 пр.

RU 2 738 400 C1

RU 2 738 400 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B03B 9/00 (2020.05); B03C 9/00 (2020.05)

(21)(22) Application: **2020113944, 03.04.2020**

(24) Effective date for property rights:
03.04.2020

Registration date:
11.12.2020

Priority:

(22) Date of filing: **03.04.2020**

(45) Date of publication: **11.12.2020 Bull. № 35**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet", Patentno-litsenziornyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Kuskova Yana Vadimovna (RU),
Bojkov Aleksej Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) **POTASSIUM SYLVINITE ORE PROCESSING METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: mining; technological processes.

SUBSTANCE: disclosed invention relates to enrichment of potassium sylvinites, which contain water-insoluble fractions represented by clay differences. Method of potassium sylvinites ore processing includes ore preparation, thermal treatment and electric separation of ore. Thermal treatment is carried out with microwave radiation with frequency from 2,000 to 3,000 MHz with power from 600 to 1,000 W. Then, material is subject to crown-electrostatic separation to produce clay and salt component. Clay

component is sent to dump. Salt is heated from 200 to 300 °C at simultaneous vibration action, then cooling from 100 to 120 °C with simultaneous volumetric vibration action and subjected to triboelectrostatic separation to obtain sylvinites and halite concentrates. Sylvinites concentrate is agglomerated and the halite concentrate is used as a dry salt.

EFFECT: low power consumption and high environmental friendliness.

1 cl, 1 tbl, 1 ex

Изобретение относится к области обогащения калийных сильвинитовых руд, содержащих нерастворимые в воде фракции, представленные, глинистыми разностями.

Известен способ переработки калийсодержащих руд (патент РФ №2555906, опубл. 10.07.2015), который включает дробление руды, выщелачивание руды раствором горячего ненасыщенного щелока, отделение галитовых отходов от раствора насыщенного щелока фильтрацией. Руду дробят до размера частиц менее 3 мм, нагревают до температуры 90-120°C с одновременным обеспыливанием руды по классу 100-200 микрон. Затем заряжают трибоэлектрически с применением синтетических реагентов в качестве кондиционирующего средства, после чего разделяют в электрическом поле сепаратора свободного падения с образованием галита и концентрата хлористого калия. Концентрат хлористого калия направляют совместно с пылевыми фракциями руды на выщелачивание хлористого калия горячим щелоком. Раствор насыщенного щелока, содержащий солевой и глинистый шлама, направляют на осветление в две стадии в отстойниках. На первой стадии отделяют пульпу солевого шлама, возвращаемого в растворительные аппараты. На второй стадии отделяют глинистый шлам, содержащий солевой шлам. Охлаждают осветленный раствор насыщенного щелока вакуум-кристаллизацией с выделением хлористого калия. Проводят противоточную промывку глинисто-солевого шлама с его отделением.

Основными недостатками способа являются нерациональный расход энергии, т.к. материал сначала нагревают, затем выщелачивают, затем готовый продукт снова необходимо сушить, то есть подвергать обезвоживанию и нагреву.

Известен способ получения хлористого калия из сильвинитовых руд (патент РФ №2551508, опубл. 27.05.2015). Для получения хлористого калия сильвинитовую руду растворяют в нагретом оборотном маточном растворе, выделяют галитовый отвал. Из слива растворителей выделяют солевой шлам в сгустителях и гидроциклонах. Слив сгустителей осветляют от глинисто-солевого шлама. Затем проводят кристаллизацию хлористого калия под вакуумом из осветленного раствора, сгущение суспензии кристаллизата и ее фильтрацию. Обратный раствор нагревают и возвращают на растворение. Сгущенный солевой шлам после сгустителей смешивают с нагретым оборотным маточным раствором до Ж:Т=2-4. Полученную суспензию разделяют на гидроциклонах по граничному зерну 0,1-0,2 мм. Слив гидроциклонов направляют на растворение сильвинитовых руд. «Пески» гидроциклонов с Ж:Т=0,6-1,5 частично добавляют в сгущенную суспензию хлористого калия перед ее фильтрацией в количестве, необходимом для корректировки содержания КС1 в сухом продукте до требований нормативной документации. Оставшуюся часть «песков» направляют на фильтрацию совместно с галитовым отвалом.

Основными недостатками способа являются: большая энергоемкость процесса - требуется нагрев раствора с последующим обезвоживанием концентрата, а также отрицательное воздействие на окружающую среду из-за необходимости использования флотационных реагентов и наличия хвостохранилища.

Известен способ обогащения калийсодержащих руд (патент РФ №2354457, опубл. 10.05.2009) предусматривающий дробление, классификацию, измельчение, обеспыливание и последующую флотацию сильвина. Суспендированную руду с содержанием до 10% нерастворимого остатка (и.о.), при этом до 40% н.о. представлено тонкодисперсными аморфными частицами, предварительно классифицируют по крупности 0,7 мм с получением подрешетного и надрешетного продуктов, последний доизмельчают. Доизмельченный продукт классифицируют последовательно в две стадии по крупности 1 мм и 0,7 мм, при этом надрешетный продукт 1-й стадии классификации

крупностью +1 мм возвращается на доизмельчение, а подрешетный продукт -1 мм отправляется на 2-ю стадию классификации по крупности 0,7 мм с получением подрешетного продукта, который объединяют с подрешетным продуктом предварительной классификации рудной суспензии. Объединенный рудный поток
5 крупностью до 0,7 мм обесшламливают методом шламовой флотации с получением пенного отвального шлама и камерного продукта, из которого флотируют сильвин. Надрешетный продукт 2-й стадии классификации крупностью 1+0,7 мм обесшламливают, а затем флотируют сильвин.

Основные недостатки способа в высокой энергоемкости процесса из-за необходимости
10 обезвоживания продуктов флотации, а также экологической вредности из-за необходимости использования флотационных реагентов и хвостохранилищ.

Известен способ обогащения калийсодержащих руд (патент РФ №2245742, опубл. 10.02.2005), где суспендированную руду перед обесшламливанием направляют на предварительную классификацию с получением двух потоков, обесшламливание которых
15 осуществляют отдельно. Подрешетный продукт предварительной классификации после обработки реагентами направляют на шламовую флотацию с получением пенного отвального шлама и камерного продукта, а надрешетный продукт предварительной классификации измельчают и производят его повторную классификацию, после чего подрешетный продукт повторной классификации объединяют с камерным продуктом
20 обесшламливания, затем объединенный поток рудной суспензии направляют на контрольное обесшламливание с последующей флотацией хлористого калия.

Основные недостатки способа в высокой энергоемкости из-за необходимости обезвоживания и экологической вредности из-за необходимости использования флотационных реагентов и хвостохранилища.

Известен способ обогащения калийных сильвинитовых руд (патент РФ №2684380, опубл. 08.04.2019), принятый за прототип, который включает дробление руды, термическую обработку, сухое измельчение обработанной руды до флотационной крупности. Затем проводят флотацию измельченной руды с использованием катионного
25 собирателя и высокомолекулярного модификатора в насыщенном солевом растворе. Термическую обработку руды осуществляют путем воздействия на нее переменным электрическим полем сверхвысокой частоты в СВЧ-печи. Параметры указанного воздействия, такие как частота излучения, мощность излучения и продолжительность
30 воздействия, выбирают из условия обеспечения температуры нагрева глинистых разностей в диапазоне 250-300°C, а температуры всей рудной массы - не выше 180°C.

Основные недостатки способа в высоких энергозатратах, т.к. руда сначала нагревается потом подвергается флотации, следовательно, концентрат снова приходится
35 сушить. Также флотация - экологически вредный процесс.

Техническим результатом является снижение энергозатрат и повышение экологической чистоты.

Технический результат достигается тем, что термическую обработку ведут микроволновым излучением с частотой от 2000 до 3000 МГц мощностью от 600 до 1000 Вт, затем материал подвергают коронно-электростатической сепарации с получением глинистой и солевой составляющей, глинистую составляющую отправляют в отвал, а солевую нагревают от 200 до 300°C при одновременном вибрационном воздействии,
45 затем охлаждают от 100 до 120°C с одновременным объемным вибрационным воздействием и подвергают трибоэлектростатической сепарации с получением сильвинитового и галитового концентратов, сильвинитовый концентрат окусковывают, а галитовый используют в качестве сухой соли.

Способ осуществляется следующим образом. Исходное сырье дробится до класса крупности 1,5-2 мм, например, последовательно на щековой и молотковой дробилках, далее подвергается обработке микроволновым излучением. Такая обработка позволяет селективно нагреть глинистую и солевую составляющую, а именно глинистая

составляющая нагревается до температур на 90 - 170°C больше чем солевая.

Термическую обработку ведут микроволновым излучением с частотой от 2000 до 3000 МГц мощностью от 600 до 1000 Вт. Частота микроволнового поля менее 2000 МГц и мощность излучения менее 600 Вт не позволяет нагреть материал до необходимых температур. А частота выше 3000 МГц и мощность выше 1000 Вт не улучшает результаты разделения, при этом растут энергозатраты.

Затем нагретый материал подвергают коронно-электростатической сепарации в ходе которой выделяется глинистая и солевая составляющие. Глинистая составляющая направляется в отвал. Солевая составляющая нагревается на вибропитателе до температур от 200 до 300°C. На вибропитателе частицы сильвинита и галита приобретают разноименные трибозаряды. Далее материал поступает на второй вибропитатель-электризер, выполненный в виде алюминиевой трубки с виброприводом. Такой питатель позволяет более эффективно заряжать частицы за счет более интенсивного трения частиц друг об друга и о внутреннюю поверхность питателя. Кроме того, внутри вибропитателя происходит охлаждение материала до температур от 100 до 120°C.

Затем материал подвергают трибоэлектростатической сепарации с получением сильвинитового и галитового продуктов, сильвинитовый продукт окусковывают, а галитовый используют как сухую соль, например, как пищевой продукт или для посыпания дорог.

Пример. Переработке подвергалась руда Старобинского месторождения содержащая примерно 28% хлорида калия и около 7% нерастворимого остатка, представленного в основном глинистыми минералами. Руда дробилась в две стадии на щековой дробилке и молотковой дробилке до крупности 1,5-2 мм. Затем материал подвергался обработке микроволновым излучением в течении от 2 до 3 минут, при различной мощности и частоте излучения. Обработанный материал поступал на коронно-электростатическую сепарацию. Затем солевая часть последовательно подавалась на плоский и трубчатый вибропитатели. И затем подвергалась трибоэлектростатической сепарации с получением сильвинитового и галитового концентрат, сильвинитовый концентрат окусковывался, а галитовый используют как сухую соль. Зависимость результатов обогащения от частоты и мощности микроволнового излучения приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты обогащения

Коронно-электростатическая сепарация						
Условия опыты	Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
			KCl	Н.о.	KCl	Н.о.
1500 МГц 500 Вт	Диэлектрик	49,2	42,12	3,37	74,89	26,34
	Полупроводник	31,4	20,17	7,21	22,93	36,03
	Проводник	19,4	3,11	12,21	2,18	37,63
	Итого:	100,0	27,66	6,29	100,00	100,0
Трибоэлектростатическая сепарация						
	Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
			KCl	Н.о.	KCl	Н.о.

	Продукт I	29,9	84,87	1,29	60,26	16,15
	Продукт II	11,9	51,25	2,58	14,49	12,86
	Продукт III	58,1	18,32	2,92	25,25	70,98
	Итого:	100,0	42,17	2,39	100,00	100,0
5	Коронно-электростатическая сепарация					
	Диэлектрик	44,5	55,43	0,76	88,28	5,24
	Полупроводник	34,4	8,19	2,23	10,08	11,88
	Проводник	21,2	2,16	25,21	1,64	82,87
	Итого:	100,0	27,91	6,45	100,00	100,0
10	Трибоэлектростатическая сепарация					
	Продукт I	58,8	92,32	1,29	97,27	39,44
	Продукт II	11,5	7,72	2,58	1,60	15,49
	Продукт III	29,7	2,12	2,92	1,13	45,08
	Итого:	100,0	55,78	1,92	100,00	100,0
15	Коронно-электростатическая сепарация					
	Диэлектрик	44,3	56,28	0,62	91,11	3,68
	Полупроводник	29,5	6,54	1,23	7,05	4,87
	Проводник	26,1	1,93	26,12	1,84	91,45
	Итого:	100,0	27,39	7,46	100,00	100,0
20	Трибоэлектростатическая сепарация					
	Продукт I	56,5	94,76	1,29	97,35	37,19
	Продукт II	12,2	6,74	2,58	1,50	16,06
	Продукт III	31,3	2,03	2,92	1,16	46,74
	Итого:	100,0	54,96	1,96	100,00	100,0
25	Коронно-электростатическая сепарация					
	Диэлектрик	46,5	56,53	0,61	92,56	3,62
	Полупроводник	26,2	6,14	1,21	5,66	4,04
	Проводник	27,4	1,84	26,43	1,77	92,34
	Итого:	100,0	28,38	7,83	100,00	100,0
30	Трибоэлектростатическая сепарация					
	Продукт I	56,7	95,16	1,22	97,40	36,00
	Продукт II	11,9	6,74	2,56	1,45	15,89
	Продукт III	31,4	2,03	2,94	1,15	48,11
	Итого:	100,0	55,36	1,92	100,00	100,0
35	Коронно-электростатическая сепарация					
	Диэлектрик	46,2	56,54	0,60	92,52	3,51
	Полупроводник	26,3	6,13	1,22	5,70	4,06
	Проводник	27,6	1,82	26,42	1,78	92,42
	Итого:	100,0	28,21	7,88	100,00	100,0
40	Трибоэлектростатическая сепарация					
	Продукт I	57,0	95,38	1,19	97,44	35,60
	Продукт II	11,9	6,72	2,52	1,44	15,77
	Продукт III	31,0	2,02	2,99	1,12	48,64
	Итого:	100,0	55,84	1,91	100,00	100,0

40 Как видно из результатов, приведенных в таблице, заявляемый способ позволяет получать кондиционные сильвинитовые концентраты не используя энергоемкие и экологически вредные флотационные и галургические операции. Продукт II трибоэлектростатической сепарации, представленный в основном галитом может быть использован как пищевая добавка для животных или для обработки дорожных покрытий 45 в зимнее время.

(57) Формула изобретения

Способ переработки калийных сильвинитовых руд, включающий рудоподготовку,

термическую обработку и электрическую сепарацию руды, отличающийся тем, что термическую обработку ведут микроволновым излучением с частотой от 2000 до 3000 МГц мощностью от 600 до 1000 Вт, затем материал подвергают коронно-электростатической сепарации с получением глинистой и солевой составляющей, глинистую составляющую отправляют в отвал, а солевую нагревают от 200 до 300°C при одновременном вибрационном воздействии, затем охлаждают от 100 до 120°C с одновременным объемным вибрационным воздействием и подвергают трибоэлектростатической сепарации с получением сильвинитового и галитового концентратов, сильвинитовый концентрат окусковывают, а галитовый используют в качестве сухой соли.

15

20

25

30

35

40

45