

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2764410

СПОСОБ СУХОГО ГРАВИТАЦИОННО- ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

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

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

Заявка № 2021126044

Приоритет изобретения 03 сентября 2021 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 17 января 2022 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 03 сентября 2041 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г. П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B07B 13/00 (2021.08); B03C 9/00 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021126044, 03.09.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.09.2021

Дата регистрации:
17.01.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.09.2021

(45) Опубликовано: 17.01.2022 Бюл. № 2

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., д. 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Устинова 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 2651827 C1, 24.04.2018. RU 130312
U1, 20.07.2013. RU 2420357 C2, 10.06.2011. SU
848058 A1, 23.07.1981. RU 2401295 C1, 10.10.2010.
RU 2268787 C1, 27.01.2006. US 2003183558 A1,
02.10.2003.

(54) СПОСОБ СУХОГО ГРАВИТАЦИОННО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

(57) Реферат:

Предложенное изобретение относится к области обогащения материалов с помощью газовых или воздушных потоков и может быть использовано, в частности, для сухого обогащения углей и других полезных ископаемых, разделяемые компоненты которых отличаются по плотности и, как правило, имеют близкие электропроводности. Способ сухого гравитационно-электрического обогащения угля включает рудоподготовку, термическую обработку и электрическую сепарацию сырья. Термическую обработку ведут при температуре

от 200 до 300°C и одновременным вибрационным воздействием при частоте колебаний от 50 до 200 Гц, с получением удельно-тяжелого продукта, который отправляют в хвостохранилище и удельно-легкого продукта, который направляют на трибоэлектростатическую сепарацию с напряженностью электрического поля от 5 до 10 кВ/см, с получением угольного концентрата и хвостов. Технический результат - повышение эффективности разделения и повышение удельной производительности. 3 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B07B 13/00 (2006.01)
B03C 9/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B07B 13/00 (2021.08); *B03C 9/00* (2021.08)

(21)(22) Application: **2021126044, 03.09.2021**

(24) Effective date for property rights:
03.09.2021

Registration date:
17.01.2022

Priority:

(22) Date of filing: **03.09.2021**

(45) Date of publication: **17.01.2022** Bull. № 2

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., d. 2,
FGBOU VO "Sankt-Peterburgskij universitet",
Patentno-litsenziyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Ustinova Iana Vadimovna (RU),
Boikov Aleksei Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet» (RU)**

(54) **METHOD FOR DRY GRAVITATIONAL-ELECTRIC COAL IMPROVEMENT**

(57) Abstract:

FIELD: materials enrichment.

SUBSTANCE: the proposed invention relates to the field of materials enrichment using gas or air flows and can be used, in particular, for dry enrichment of coals and other minerals, the separated components of which differ in density and typically have close electrical conductivity. The method of dry gravity-electric coal dressing includes ore preparation, thermal processing and electrical separation of the raw material. Thermal treatment is carried out at a temperature of 200 to 300°C and simultaneous vibration exposure at a

vibration frequency of 50 to 200 Hz, to obtain a specific heavy product which is sent to a tailing dump and a specific light product which is directed to triboelectrostatic separation with an electric field strength of 5 to 10 kV/cm to obtain a coal concentrate and tailings.

EFFECT: the technical result is an increase in the efficiency of separation and an increase in specific productivity.

1 cl, 3 tbl

RU 2 764 410 C1

RU 2 764 410 C1

Изобретение относится к области обогащения материалов с помощью газовых или воздушных потоков и может быть использовано, в частности, для сухого обогащения углей и других полезных ископаемых разделяемые компоненты которых отличаются по плотности и, как правило, имеют близкие электропроводности.

5 Известен способ электростатического обогащения сырых калийных солей (авторское свидетельство SU№ 1055321 опубл. 15.11.1983), включающий измельчение и кондиционирование исходного материала, разделение в две стадии между противоположно заряженными в электросепараторе свободного падения, при этом, отклоняемый к положительному электроду ценный компонент, отбирается после участка
10 падения длиной 0,4 – 1,2 м, другой отклоняемый к положительному электроду ценный компонент отбирают после следующего дополнительного участка длиной 1,5 – 2,5 м, а неотклоненный промежуточный продукт возвращается на начало дополнительного участка.

Основные недостатки способа в относительно низкой эффективности разделения,
15 больших габаритах аппарата, сложности его конструкции из-за необходимости возврата промежуточного продукта.

Известен способ обогащения полезных ископаемых (патент № 2494815, опубл. 10.10.2013), который включает дробление, измельчение, классификацию и сушку продуктов переработки полезных ископаемых перед электрической сепарацией. Сушку
20 осуществляют при естественной положительной температуре продукта переработки и пониженном давлении 1-150 мм рт.ст. Выделяемую при фазовом переходе тепловую энергию возвращают обратно в процесс сушки продуктов переработки.

Основные недостатки способа в низкой эффективности разделения особенно материалов, разделяемые компоненты которых имеют близкие электропроводности.
25 Известен способ сухого обогащения угля (патент РФ № 2558872, опубл. 10.08.2015), который включает подачу угольного сырья к средству отделения угля от породы, с помощью которого осуществляют отделение. В качестве средства отделения угля от породы используют, по меньшей мере, одну ротационную щетку, выполненную в виде установленного своей осью по ходу движения сырья вращающегося барабана с
30 закрепленным на его цилиндрической поверхности ворсом. Отделение угля от породы осуществляют путем вращения ротационной щетки с обеспечением воздействия ворса щетки на сырье и сметания частиц угля, более легких, чем куски породы. Подачу сырья осуществляют по транспортной ленте ленточного конвейера, при этом используют барабан с ворсом на внешней цилиндрической поверхности, установленный над
35 транспортной лентой. Используют транспортную ленту, имеющую форму желоба. Используют пустотелый барабан с ворсом на его внутренней поверхности, ось которого расположена под углом не менее 45° к горизонту и внутри которого вдоль оси расположен лоток для приема частиц угля, при этом подачу сырья осуществляют на внутреннюю поверхность барабана.

40 Основными недостатками способа является низкая эффективность разделения из-за недостаточной селективности процесса.

Известен способ обогащения высокозольного каменного угля (патент № 2651827, опубл. 24.04.2018), который включает этапы переработки, осуществляемые в следующей последовательности: исходный уголь крупностью менее 120 мм подвергают измельчению
45 до крупности менее 5 мм и одновременной сушке в измельчающем агрегате с контролируемой атмосферой, измельченный продукт подвергают обеспыливанию пневматической классификацией, после чего осуществляют электростатическую сепарацию для частичного удаления зольной фракции, затем полученный

электростатической сепарацией концентрат подвергают среднетемпературному пиролизу путем нагрева в контролируемой атмосфере, полученный полукокк подвергают сухой магнитной сепарации для удаления зольной фракции. Температуру материала, разгружаемого из измельчающего агрегата, поддерживают на уровне 120-250°C, а содержание кислорода в контролируемой атмосфере измельчающего агрегата поддерживают на уровне ниже 10%. Обеспыливание осуществляют по крупности менее 0,1 мм. Выделенную пылевидную фракцию сжигают в топке, полученный топочный газ используют в качестве теплоносителя при сушке.

Основные недостатки способа в высокой энергоемкости и сложности осуществления из-за необходимости измельчения материала и его сушки в контролируемой атмосфере, пиролизу, а также недостаточно высокой эффективности разделения материала.

Известен способ переработки калийных сильвинитовых (патент № 2738400, опубл. 11.12.2020), принятый за прототип, который 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.

Основной недостаток способа в недостаточно высокой эффективности разделения и относительно низкой производительности процесса электросепарации.

Техническим результатом является повышение эффективности разделения и повышения удельной производительности.

Технический результат достигается тем, что термическую обработку ведут при температуре от 200 до 300°C и одновременным вибрационным воздействием при частоте колебаний от 50 до 200 Гц, с получением удельно-тяжелого продукта, который отправляют в хвостохранилище и удельно-легкого продукта, который направляют на трибоэлектростатическую сепарацию с напряженностью электрического поля от 5 до 10 кВ/см, с получением угольного концентрата и хвостов.

Способ осуществляется следующим образом. Исходный материал, а именно высокозольный уголь дробится в валковой дробилке до крупности размеров частиц в диапазоне от 0,5 до 5 мм, после чего отправляется в циклонный аппарат. В циклонном аппарате проводят нагревание при температуре от 200 до 300°C и одновременно оказывают вибрационное воздействие с частотой от 50 до 200 Гц. В результате нагретый материал в циклонном аппарате, разделяется за счет действия центробежной силы на удельно-легкий и удельно-тяжелый продукты. Удельно-тяжелый продукт направляется в хвосты в хвостохранилище и не подвергается дальнейшей обработке. Удельно-легкие продукт после циклонного аппарата поступают на трибоэлектростатическую сепарацию в электростатический сепаратор, с напряженностью электрического поля от 5 до 10 кВ/см, в результате происходит окончательное разделение на готовый угольный концентрат, отгружаемый потребителю и хвосты, идущие в золотоотвалы.

Обогащение при одновременном воздействии и гравитационного и электрического полей позволяет повысить эффективность разделения.

Способ поясняется следующими примерами. Обогащению подвергались отсева рядовых высокозольных углей одного из месторождений Кузбасса. Зольность отсева составляла около 40 %, крупность – 5 мм. Исходный материал предварительно

подсушивался при температуре около 110 С. Затем материал по касательной подавался в циклон диаметром 50 мм. В циклоне материал нагревался до 170 – 330°С. Также на циклон оказывалось вибрационное воздействие при частоте вибраций 40 – 240 Гц. В циклоне материал разделялся на удельно-тяжелый продукт, направляемый в отвал и удельно-легкий продукт направляемый в трибоэлектростатический барабанный сепаратор. В трибоэлектростатическом сепараторе материал, при напряженности электрического поля от 3,5 до 12 кВ/см разделялся на хвосты, направляемые в отвал и окончательный концентрат.

Влияние температуры нагрева на результаты разделения приведены в таблице 1. Частота вибраций при этом составляла 50 Гц, напряженность электрического поля 8 кв/см.

Таблица 1. Зависимость результатов разделения от температуры нагрева.

№	Температура нагрева, °С	Выход концентрата, %	Содержание угля, %	Извлечение угля, %
1	170	52,4	83,17	77,18
2	200	53,8	92,81	88,42
3	250	54,1	93,18	89,27
4	300	54,3	93,18	89,60
5	330	54,3	93,19	89,61

Нагрев материала ниже 200°С ведет к снижению эффективности разделения. Это связано с тем, что недостаточно нагретые частица приобретают недостаточные заряды. Нагрев выше 300°С не увеличивает эффективность разделения, но ведет к избыточному расходу энергии на нагрев частиц.

Влияние частоты вибраций на результаты разделения приведены в таблице 2. Нагрев производился до 240°С, напряженность электрического поля 8 кв/см.

Таблица 2. Зависимость результатов разделения от частоты вибраций.

№	Частота вибраций, Гц	Выход концентрата, %	Содержание угля, %	Извлечение угля, %
1	40	52,8	88,65	82,89
2	50	53,4	92,23	87,22
3	130	54,8	93,65	90,88
4	200	54,7	93,61	90,68
5	240	53,1	91,12	85,68

Частота вибраций ниже 50 Гц и выше 200 Гц уменьшает степень зарядки частиц, что ухудшает эффективность разделения.

Влияние напряженности электрического поля на результаты разделения приведены в таблице 3. Нагрев производился до 240°С, частота вибраций составляла 50 гЦ.

Таблица 3. Зависимость результатов разделения от напряженности электрического поля.

№	Напряженность электрического поля, кВ/см	Выход концентрата, %	Содержание угля, %	Извлечение угля, %
1	3,5	50,3	87,96	78,35
2	5	53,5	92,11	87,27
3	8	54,7	93,69	90,75
4	10	54,6	93,66	90,56
5	12	54,5	93,66	90,39

Напряженность электрического поля меньше 5 кВ/см ведет к снижению эффективности разделения из-за снижения величины электрической силы действующей на разделяемые частицы. Увеличение напряжённости поля выше 10 кВ/см не улучшает эффективность разделения и ведет к дополнительному расходу электроэнергии.

Таким образом, применение заявляемого способа, в котором на разделяемые частицы воздействует и центробежная, и электрическая силы, позволяет повысить как эффективность разделения, так и удельную производительность сепаратора, что иллюстрируется повышением технологических показателей обогащения.

5

(57) Формула изобретения

Способ сухого гравитационно-электрического обогащения угля, включающий рудоподготовку, термическую обработку и электрическую сепарацию сырья, отличающийся тем, что термическую обработку ведут при температуре от 200 до 300°C и одновременным вибрационным воздействием при частоте колебаний от 50 до 200 Гц, с получением удельно-тяжелого продукта, который отправляют в хвостохранилище и удельно-легкого продукта, который направляют на трибоэлектростатическую сепарацию с напряженностью электрического поля от 5 до 10 кВ/см, с получением угольного концентрата и хвостов.

15

20

25

30

35

40

45