

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2739182

СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

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

Авторы: *Александрова Татьяна Николаевна (RU), Кусков Вадим Борисович (RU), Афанасова Анастасия Валерьевна (RU)*

Заявка № 2020124945

Приоритет изобретения 28 июля 2020 г.

Дата государственной регистрации в

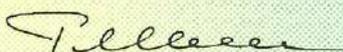
Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 21 декабря 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 28 июля 2040 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

 Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B03B 7/00 (2020.08); B03D 1/02 (2020.08); B03D 2203/08 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020124945, 28.07.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.07.2020

Дата регистрации:
21.12.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.07.2020

(45) Опубликовано: 21.12.2020 Бюл. № 36

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "СПГУ", Патентно-лицензионный
отдел

(72) Автор(ы):

Александрова Татьяна Николаевна (RU),
Кусков Вадим Борисович (RU),
Афанасова Анастасия Валерьевна (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 2304467 C2, 20.08.2007. RU
2438791 C2, 10.01.2012. RU 94038258 A1,
10.06.1996. SU 1364363 A1, 07.01.1988. DE
3242058 A1, 17.05.1984. ПУШКАРЕВА В.П.
"Разработка и обоснование методологии
оценки эффективности флотационного
разделения для углей с повышенным
содержанием тонких классов", Диссертация,
Люберцы, 2005. КОСТРОМИН А.В.
"Разработка и (см. прод.)

(54) СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

(57) Реферат:

Предложенное изобретение относится к технологиям обогащения углей, угольного шлама или отходов углеобогащения и может использоваться в угольной, топливной и металлургической промышленности для получения высокосортного, высококалорийного, низкосольного угля. Способ обогащения угля включает измельчение, смешивание водно-угольной суспензии с агломерирующими агентами и дополнительным введением вспенивателя, флотацию. Измельченное сырье подвергают грохочению с выделением крупных и мелких классов. Крупные классы обогащают гравитационными процессами с получением концентратов, которые отправляют на дальнейшую переработку, и хвостов, которые отправляют в отвал. Мелкие классы смешивают

с водой с получением водно-угольной суспензии, в которую вводят агломерирующие агенты, депрессор и вспениватель. Далее проводят аэрацию водно-угольной суспензии и затем ее обогащают флотацией в центробежном поле с получением угольного концентрата, который отправляют на дальнейшую переработку, и отвальных хвостов. В качестве агломерирующих агентов используют собиратель из смеси углеводородов ациклического и ароматического типов нефтяного происхождения, при его расходе от 2400 до 2600 г/т, депрессор – жидкое стекло, при его расходе от 500 до 600 г/т, вспениватель – реагент Montanol 800, при его расходе от 190 до 210 г/т. Технический результат – повышение удельной производительности. 1 табл.

(56) (продолжение):

обоснование рациональной технологии флотации труднообогатимых коксующихся углей Южно-Якутского бассейна", Автореферат диссертации, Москва, 2004.

R U 2 7 3 9 1 8 2 C 1

R U 2 7 3 9 1 8 2 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B03B 7/00 (2020.08); B03D 1/02 (2020.08); B03D 2203/08 (2020.08)(21)(22) Application: **2020124945, 28.07.2020**(24) Effective date for property rights:
28.07.2020Registration date:
21.12.2020

Priority:

(22) Date of filing: **28.07.2020**(45) Date of publication: **21.12.2020 Bull. № 36**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "SPGU", Patentno-litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Aleksandrova Tatiana Nikolaevna (RU),
Kuskov Vadim Borisovich (RU),
Afanasova Anastasia Valerevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet» (RU)**(54) **COAL BENEFICATION METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: disclosed invention relates to coal, coal slurry or coal beneficiation enrichment processing technologies and can be used in coal, fuel and metallurgical industry to produce high-grade, high-calorific, low-ash coal. Coal beneficiation method involves grinding, mixing the water-coal suspension with agglomerating agents and additional introduction of a foaming agent, flotation. Crushed material is subjected to screening with separation of large and small classes. Large classes are enriched with gravitational processes to produce concentrates, which are sent for further processing, and tailings, which are sent to dump. Small classes are mixed with water to produce water-

coal suspension, into which agglomerating agents, depressor and foaming agent are added. Then aeration of water-coal suspension is performed and then it is enriched with floatation in centrifugal field to obtain coal concentrate, which is sent for further processing, and dump tailings. Agglomerating agents used are a collector of a mixture of hydrocarbons of acyclic and aromatic types of oil origin, with consumption thereof of 2400 to 2600 g/t, depressor - liquid glass, at its consumption from 500 to 600 g/t, foaming agent - reagent Montanol 800, at its consumption from 190 to 210 g/t.

EFFECT: increasing specific capacity.

1 cl, 1 tbl

Изобретение относится к технологиям обогащения углей, угольного шлама или отходов углеобогащения и может использоваться в угольной, топливной и металлургической промышленности для получения высокосортного, высококалорийного, низкосольного угля.

5 Известен способ обогащения угольного шлама и угля (патент РФ № 2494817, опубликован 10.10.2013) в котором применяется масляная агломерация угольных частиц при перемешивании суспензии вращающейся мешалкой в течение 2-3 мин. Интенсивное смешивание угольного шлама или угля и воды проводят со скоростью вращения мешалки 1000-1500 об/мин, затем добавляют масляный реагент-собиратель в количестве 10 8-10% от массы угольных частиц, смесь перемешивают еще в течение 5-8 мин со скоростью 1000-1500 об/мин, постепенно с интервалом 1-2 мин увеличивая скорость вращения мешалки до 4000 об/мин.

Основные недостатки способа в невысоком извлечении угля в концентрат и относительно низкой производительности процесса из-за низкой скорости всплывания, 15 извлекаемых в пенный продукт частиц.

Известен способ обогащения угля (патент РФ № 2620503, опубликован 26.05.2017) который включает флокуляцию пульпы, кондиционирование с последовательным введением в пульпу собирателя и вспенивателя и выделение горючей массы в концентрат. Перед флокуляцией предварительно смешивают анионный сополимер акриламида с 20 акрилатом натрия и натриевую соль карбоксиметилатов оксиэтилированного изононилфенола общей формулы $C_9H_{19}-C_6H_4-O-(C_2H_4O)_n-COONa$, где $n=10-12$, в соотношении 20:1. После чего полученную смесь вводят в пульпу в количестве 33-42 г/т угля.

Основные недостатки способа в сложном реагентом режиме флотации из-за 25 применения редких реагентов и низкой удельной производительности из-за низкой скорости флотационного процесса, вызванной относительно низкой скоростью всплывания, извлекаемых в пенный продукт частиц.

Известен способ обогащения каменного угля (патент № 2014349, опубликован 15.06.1994) который включает добавление в водную дисперсию угля агломерирующей 30 смеси легкого углеводорода (например, петролейного эфира) с температурой кипения, не превышающей 70°C, тяжелого углеводорода - каменноугольного масла, с т.кип. 200 - 400°C, остаточных продуктов нефтеперегонки или их смеси и неионогенной добавки - маслорастворимых пропоксильированных фенольных или алкилфенольных соединений, перемешивание дисперсии и последующее выделение агломератов обогащенного угля; 35 легкий углеводород используют в количестве 2 - 50%, неионогенную добавку - в количестве 0,02 - 1% и тяжелый углеводород в количестве 0,2 - 3% от массы каменного угля; маслорастворимые пропоксильированные фенольные и алкилфенольные соединения являются этоксилированными; тяжелый углеводород выбирают из антраценовых масел, газопромывочного масла или их смесей.

40 Основные недостатки способа сложный реагентный режим из-за использования большого количества реагентов и низкая удельная производительность процесса, из-за относительно низкой скорости всплывания, извлекаемых в пенный продукт частиц.

Известен способ флотации угля и композиционный реагент для его реализации (патент РФ № 2333800, опубликован 20.09.2008) по которому в пульпу подают композиционный 45 реагент, включающий реагент-собиратель и пенообразователь, производят кондиционированием пульпы, осуществляют процесс флотации, выделяют горючую массу в пенный продукт. В процессе изготовления композиционного реагента при компаундировании реагента-собирателя с пенообразователем вводят присадку,

состоящую из полимера этилена с виниловым эфиром, растворенным в высококипящих углеводородах. Композиционный реагент для флотации угля состоит из смеси реагентов. Смесь реагентов включает прямогонную углеводородную фракцию керосина-абсорбента, легкий вакуумный газойль, атмосферный газойль, кубовые остатки ректификации бутиловых спиртов, продукт коксования углей - кубовые остатки ректификации сырого бензола и присадку для понижения температуры застывания.

Основные недостатки способа в сложном реагентном режиме из-за большого количества используемых реагентов и сложности приготовления композиционного реагента, а также относительно низкой удельной производительности из-за относительно низкого всплывания, извлекаемых в пенный продукт частиц.

Известен способ обогащения угля (патент РФ № 2304467, опубликован 20.02.2007) принятый за прототип, который включает смешивание исходного угольного сырья и воды с получением водно-угольной суспензии, введение в нее агломерирующего агента, разделение углеродсодержащего компонента угольного сырья и золы в водно-угольной суспензии и выделение углеродсодержащего компонента путем флотации. В водно-угольную суспензию дополнительно вводят вспенивающий агент, а углеродсодержащий компонент угольного сырья и золу разделяют, обрабатывая водно-угольную суспензию водяным паром, вдуваемым отдельными струями для разуплотнения составляющей зольной фракции. Водно-угольная суспензия содержит 7,0-50,0 мас. части воды на 1 мас. часть угля, а расход водяного пара составляет не более 500 кг на 1 тонну исходного угольного сырья, причем на 1 т водно-угольной суспензии расход агломерирующего агента составляет 3-7 кг, а вспенивающего агента 0,05-0,15 кг.

Основные недостатки способа относительно низкая удельная производительность процесса из-за низкой скорости флотационного процесса, вызванной относительно низкой скоростью всплывания, извлекаемых в пенный продукт частиц, и сложность осуществления способа из-за необходимости использования пара, т.е. необходимости вырабатывать пар, утилизировать, образующееся тепло.

Техническим результатом способа является повышение удельной производительности процесса при одновременном его упрощении.

Технический результат достигается тем, что измельченное сырье подвергают грохочению с выделением крупных и мелких классов, крупные классы обогащают гравитационными процессами с получением концентратов, которые отправляют на дальнейшую переработку и хвостов, которые отправляют в отвал и мелкие классы, которые смешивают с водой с получением водно-угольной суспензии, в которую вводят агломерирующие агенты, в качестве которых используют собиратель из смеси углеводородов ациклического и ароматического типов нефтяного происхождения, при его расходе от 2400 до 2600 г/т, депрессор – жидкое стекло, при его расходе от 500 до 600 г/т, вспениватель – реагент Montanol 800, при его расходе от 190 до 210 г/т, далее проводят аэрацию водно-угольной суспензии и затем ее обогащают флотацией в центробежном поле, с получением угольного концентрата, который отправляют на дальнейшую переработку и отвальных хвостов.

Способ осуществляется следующим образом. Исходное сырье измельчают и затем подвергают грохочению для выделения крупных и мелких классов крупности, например, крупнее и мельче 1,5 – 2 мм. Крупные классы обогащают гравитационными процессами, например, в тяжелых средах или отсадкой с получением концентратов, которые отправляют на дальнейшую переработку и хвостов отправляемых в отвал. Мелкие классы крупности, например, мельче 1,5 – 2 мм смешивают с водой и в виде водно-угольной суспензии кондиционируют с агломерирующими агентами. В качестве

агломерирующих агентов используют собиратель, представляющий собой смесь углеводородов ациклического и ароматического типов нефтяного происхождения при его расходе от 2400 до 2600 г/т. В качестве депрессора используют жидкое стекло при его расходе от 500 до 600 г/т, в качестве вспенивателя используют реагент Montanol 800 при его расходе от 190 до 210 г/т. Затем водно-угольную суспензию, обработанную агломерирующими агентами, аэрируют и обогащают флотацией в центробежном поле, например, в коротконусном гидроциклоне. В результате разделения получают угольный концентрат, который отправляют на дальнейшую переработку и отвальные хвосты.

Реагентная обработка позволяет дополнительно повысить гидрофобность органической составляющей исходных углей и понизить гидрофобность неорганической. В ходе предварительной аэрации пузырьки воздуха закрепляются на гидрофобных органических частицах, дополнительно уменьшая плотность агрегатов «органика-воздух» (органические частицы имеют плотность меньше, чем неорганические). Соответственно, различие в плотностях органической и неорганической частей повышается. В результате этого разделение в гидроциклоне происходит быстрее и эффективнее. Повышению скорости разделения и, соответственно, производительности процесса способствует и то обстоятельство, что разделение происходит в центробежном поле, скорость разделения в котором значительно выше, чем в поле силы тяжести. Кроме того, использование центробежного поля, позволяет существенно повысить нижний предел крупности обогащаемых частиц (1,5 – 2,0 мм, по сравнению 0,5 мм, обогащаемыми «обычной» флотацией). Также в гидроциклоне происходит «разрыв» пульпы и в районе центральной оси аппарата, куда перемещаются органические (гидрофобные) частицы образуется «водно-воздушный столб», что также дополнительно увеличивает контакт этих частиц с пузырьками воздуха еще более снижая плотность агрегатов «органика-воздух», повышая скорость и эффективность разделения частиц.

Способ поясняется следующим примером. Пример. Обогащению подвергались коксующиеся угли марки «К» Кузнецкого угольного бассейна. Исходный рядовой уголь, крупностью – 300 мм, дробился на щековой дробилке до – 150 мм и разделялся на крупные классы – 150 + 13 мм, – 13 + 1,5 мм и мелкие классы – 1,5 мм на грохоте. Зольность пробы рядового угля составляла 32,91 %, зольность класса – 1,5 мм – 26,6 %. Класс – 1,5 мм в виде водно-угольной суспензии (пульпы) обрабатывался реагентами: собирателем, реагентом марки "А", представляющего собой смесь углеводородов ациклического и ароматического типов нефтяного происхождения, депрессором – жидким стеклом, вспенивателем – реагентом Montanol 800. Затем пульпу аэрировали и под давлением подавали в короткоусый гидроциклон, в котором она разделялась на удельно-легкий, гидрофобный (концентрат) и удельно-тяжелый, гидрофильный (хвосты) продукты. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний

Расход реагентов, г/т	Наименование операций и продуктов	Выход продукта, γ _i , %	Зольность продукта, %	Извлечение золы, ε _i , %
Собиратель 2300 Депрессор 450 Вспениватель 180	Флотогравитация			
	Поступает:			
	Исходная руда	100,0	26,7	100,0
	Выходит:			
	Концентрат флотогравитации	72,7	9,6	26,2
	Хвосты флотогравитации	27,3	72,3	73,8
	Итого:	100,0	26,7	100,0
Собиратель 2400 Депрессор 500 Вспениватель 190	Флотогравитация			
	Поступает:			

5		Исходная руда	100,0	26,7	100,0
		Выходит:			
		Концентрат флотогравитации	70,9	8,8	23,4
		Хвосты флотогравитации	29,1	70,3	76,6
		Итого:	100,0	26,7	100,0
10	Собиратель 2500 Депрессор 550 Вспениватель 200	Поступает:			
		Исходная руда	100,0	26,6	100,0
		Выходит:			
		Концентрат флотогравитации	69,2	8,1	21,1
		Хвосты флотогравитации	30,8	68,3	78,9
15	Собиратель 2600 Депрессор 600 Вспениватель 210	Итого:	100,0	26,6	100,0
		Поступает:			
		Исходная руда	100,0	26,8	100,0
		Выходит:			
		Концентрат флотогравитации	68,7	7,9	20,3
20	Собиратель 2650 Депрессор 650 Вспениватель 230	Хвосты флотогравитации	31,3	68,2	79,7
		Итого:	100,0	26,8	100,0
		Поступает:			
		Исходная руда	100,0	26,7	100,0
		Выходит:			
25	Способ по прототипу	Концентрат флотогравитации	68,3	8,3	21,3
		Хвосты флотогравитации	31,7	66,2	78,7
		Итого:	100,0	26,7	100,0
		Поступает:			
		Исходная руда	100,0	26,8	100,0
		Выходит:			
		Концентрат флотации	74,5	11,1	30,8
		Хвосты флотации	25,5	72,6	69,2
		Итого:	100,0	26,8	100,0

Используемый реагент – собиратель обеспечивает лучшую селективность флотации, чем обычно используемые для флотации угля дизельное топливо. Расход собирателя меньше 2400 г/т не обеспечивает достаточного качества получаемого концентрата, расход реагента больше 2600 г/т не улучшает технические показатели.

Реагент – вспениватель Montanol 800 также обеспечивает лучшую селективность флотации по сравнению с обычно используемыми для флотации угля вспенивателями. Расход реагента менее 190 г/т не обеспечивает необходимые технологические показатели, расход выше 210 г/т не улучшает технологические показатели.

Реагент – депрессор служит для повышения селективности процесса. Расход меньше 500 г/т и выше 600 г/т ведет к снижению селективности процесса.

Удельная производительность флотационного обогащения по прототипу составляла 30 – 55 м³/м³·ч, а по заявляемому способу 110 – 230 м³/м³·ч.

Таким образом, заявляемый способ позволяет получить лучшие технологические показатели обогащения при более простом аппаратном оформлении процесса, при одновременном увеличении удельной производительности.

(57) Формула изобретения

Способ обогащения угля, включающий измельчение, смешивание водно-угольной суспензии с агломерирующими агентами и дополнительным введением вспенивателя, флотацию, отличающийся тем, что измельченное сырье подвергают грохочению с выделением крупных и мелких классов, крупные классы обогащают гравитационными процессами с получением концентратов, которые отправляют на дальнейшую переработку, и хвостов, которые отправляют в отвал и мелкие классы, которые

смешивают с водой с получением водно-угольной суспензии, в которую вводят агломерирующие агенты, в качестве которых используют собиратель из смеси углеводородов ациклического и ароматического типов нефтяного происхождения, при его расходе от 2400 до 2600 г/т, депрессор – жидкое стекло, при его расходе от 500 до 600 г/т, вспениватель – реагент Montanol 800, при его расходе от 190 до 210 г/т, далее проводят аэрацию водно-угольной суспензии и затем ее обогащают флотацией в центробежном поле с получением угольного концентрата, который отправляют на дальнейшую переработку, и отвальных хвостов.

10

15

20

25

30

35

40

45