

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2812378

### СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

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

Авторы: *Александрова Татьяна Николаевна (RU), Кусков Вадим Борисович (RU), Прохорова Евгения Олеговна (RU)*

Заявка № 2023119782

Приоритет изобретения 27 июля 2023 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 30 января 2024 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 27 июля 2043 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*







ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
B03B 7/00 (2023.08); B03D 1/02 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023119782, 27.07.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.07.2023

Дата регистрации:  
30.01.2024

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 27.07.2023

(45) Опубликовано: 30.01.2024 Бюл. № 4

Адрес для переписки:  
190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,  
ФГБОУ ВО СПГУ, Патентно-лицензионный  
отдел

(72) Автор(ы):  
Александрова Татьяна Николаевна (RU),  
Кусков Вадим Борисович (RU),  
Прохорова Евгения Олеговна (RU)

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

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2739182 C1, 21.12.2020. RU  
2304467 C2, 20.08.2007. RU 2333800 C1,  
20.09.2008. SU 1417265 A1, 27.08.1999. RU  
2776172 C1, 14.07.2022. SU 1364363 A1,  
07.01.1988. GB 2129714 A, 23.05.1984. "Паспорт  
безопасности BEROL 556", AkzoNobel, найдено  
в Интернете: [https://web.archive.org/web/20180921041941/http://nord-him.spb.ru/f/berol\\_556\\_msdс\\_rus.pdf](https://web.archive.org/web/20180921041941/http://nord-him.spb.ru/f/berol_556_msdс_rus.pdf), (см. прод.)

## (54) СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

(57) Реферат:

Предложенное изобретение относится к технологиям обогащения углей, или отходов углеобогащения и может использоваться в угольной, топливной и металлургической промышленности для получения высокосортного, высококалорийного, низкосольного угля. Способ обогащения угля включает дробление исходного угля, последующее грохочение 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 пульпы, в которую вводят реагенты-собиратели, депрессоры и вспениватели, аэрацию пульпы и ее флотацию. В качестве реагента-собирателя

используют комплексную эмульсию, состоящую из смеси изомерных соединений фракций C12 – C18, выделенных из тяжелой нефти, и керосина, которую приготавливают ультразвуковой кавитацией при частоте от 20 до 22 кГц в течение от 2 до 5 минут, при расходе собирателя от 2200 до 2800 г/т. В качестве депрессора используют жидкое стекло и пирофосфат натрия с соотношением от 1:1 до 2:1, при расходе от 450 до 650 г/т. В качестве вспенивателя используют смесь реагентов неолола АФ 9-10 с формулой C<sub>9</sub>H<sub>19</sub>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>O(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O)<sub>n</sub> и берола 556 в соотношении от 1:1 до 1,5:1 и расходом от 150 до 200 г/т. Флотацию проводят с одновременной гравитационной концентрацией с получением угольного концентрата, который направляют на дальнейшую переработку и отвальных хвостов.

Технический результат - повышение пр.  
эффективности разделения материала. 7 табл., 1

(56) (продолжение):  
дата выкладки на сайт 21.09.2018.

RU 2812378 C1

RU 2812378 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*B03B 7/00 (2023.08); B03D 1/02 (2023.08)*(21)(22) Application: **2023119782, 27.07.2023**(24) Effective date for property rights:  
**27.07.2023**Registration date:  
**30.01.2024**

Priority:

(22) Date of filing: **27.07.2023**(45) Date of publication: **30.01.2024** Bull. № 4

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU  
VO SPGU, Patentno-litsenziyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Aleksandrova Tatyana Nikolaevna (RU),  
Kuskov Vadim Borisovich (RU),  
Prokhorova Evgeniya Olegovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet imperatritsy Ekateriny II" (RU)**(54) **COAL ENRICHMENT METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: enrichment of coal or coal preparation waste.

SUBSTANCE: proposed invention can be used in the coal, fuel and metallurgical industries to produce high-grade, high-calorie, low-ash coal. The method of coal enrichment includes crushing the original coal, subsequent screening with the separation of coarse and fine grades, coarse grades are enriched by gravitational processes to obtain concentrates, which are fed for further processing, and tailings, which are fed to a dump and fine grades, which are mixed with water to obtain water-coal pulp, into which collecting reagents, depressors and foaming agents are introduced, pulp is aerated and flotated. As a collecting reagent, a complex emulsion is used, consisting of a mixture of isomeric compounds of fractions C12 - C18, isolated from heavy

oil, and kerosene, which is prepared by ultrasonic cavitation at a frequency of 20 to 22 kHz for 2 to 5 minutes, with a collector consumption of from 2200 to 2800 g/t. Liquid glass and sodium pyrophosphate are used as a depressant in a ratio of 1:1 to 2:1, at a consumption of 450 to 650 g/t. A mixture of reagents neonol AF 9-10 with the formula  $C_9H_{19}C_6H_4O(C_2H_4O)_n$  and berol 556 in a ratio of 1:1 to 1.5:1 and a flow rate of 150 to 200 g/t. Flotation is carried out with simultaneous gravity concentrations to produce coal concentrate, which is fed for further processing and waste tailings.

EFFECT: increased efficiency of material separation.

1 cl, 7 tbl, 1 ex

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

5 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 акрилатом натрия и натриевую соль карбоксиметилатов оксиэтилированного  
10 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 применения редких реагентов, относительно низкой удельной производительности из-  
15 за низкой скорости флотационного процесса, вызванной относительно низкой скоростью всплывания, извлекаемых в пенный продукт частиц, невозможности обогащать частицы крупнее 1 мм.

Известен способ обогащения каменного угля (патент № 2014349, опубликован 15.06.1994) который включает добавление в водную дисперсию угля агломерирующей смеси легкого углеводорода 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; легкий  
20 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.

30 Основные недостатки способа это сложный реагентный режим из-за использования большого количества реагентов, сравнительно низкая удельная производительность процесса, из-за относительно низкой скорости всплывания, извлекаемых в пенный продукт частиц, невозможности обогащать частицы крупнее 1 мм.

Известен способ флотации угля и композиционный реагент для его реализации (патент РФ № 2333800, опубликован 20.09.2008) по которому в пульпу подают композиционный реагент, включающий реагент-собиратель и пенообразователь, производят кондиционированием пульпы, осуществляют процесс флотации, выделяют горючую массу в пенный продукт. В процессе изготовления композиционного реагента при  
35 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  
40 ректификации сырого бензола и присадку для понижения температуры застывания.

Основные недостатки способа в сложном реагентном режиме из-за большого количества используемых реагентов, сложности приготовления композиционного реагента, а также относительно низкой удельной производительности из-за относительно

низкого всплывания, извлекаемых в пенный продукт частиц, а также невозможности обогащать частицы крупнее 1 мм.

Известен способ обогащения угля (патент РФ № 2304467, опубликован 20.02.2007), 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, сложность осуществления способа из-за необходимости использования пара, т.е. необходимости вырабатывать пар, утилизировать, образующееся тепло, невозможности обогащать частицы крупнее 1 мм.

Известен способ обогащения угля (патент РФ № 2739182, опубликован 21.12.2020), принятый за прототип, в котором 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-угольную 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.

Основные недостатки способа в относительно невысокой эффективности разделения из-за отрывания пузырьков воздуха от поверхности гидрофобных частиц в турбулентном центробежном поле.

Техническим результатом является повышение эффективности разделения материала.

Технический результат достигается тем, в качестве реагента собирателя используют комплексную эмульсию, состоящую из смеси изомерных соединений фракций С12 - С18, выделенных из тяжелой нефти, и керосина, которую приготавливают ультразвуковой кавитацией при частоте от 20 до 22 кГц в течении от 2 до 5 минут, при расходе собирателя от 2200 до 2800 г/т, в качестве депрессора используют жидкое стекло и пирофосфат натрия с соотношением от 1:1 до 2:1, при расходе от 450 до 650 г/т, в качестве вспенивателя - смесь реагентов неанола АФ 9-10 с формулой  $C_9H_{19}C_6H_4O(C_2H_4O)_n$  и берола 556 в соотношении от 1:1 до 1,5:1 и расходом от 150 до 200 г/т, при этом флотацию проводят с одновременной гравитационной концентрацией с получением угольного концентрата, который направляют на дальнейшую переработку и отвальных хвостов.

Способ осуществляется следующим образом. Исходный рядовой уголь поступает на дробилку и после дробления на грохот, на котором материал разделяют на крупный и мелкий класс крупности. Крупность разделения, в зависимости от марки находится в пределах от 6 до 13 мм. Крупные классы обогащают на тяжелосреднем сепараторе с получением концентратов, которые отправляют на дальнейшую переработку и хвостов, отправляемых в отвал. Мелкие классы крупности, смешивают с водой в контактном чане и в виде водно-угольной пульпы обрабатывают флотационными реагентами собирателями, депрессами и вспенивателями в этом же контактном чане. В качестве реагента собирателя используют комплексную эмульсию, состоящую из смеси изомерных соединений фракций С12 - С18, выделенных из тяжелой нефти, и керосина при расходе собирателя от 2200 до 2800 г/т. Эмульсия приготавливается методом ультразвуковой кавитации при частоте от 20 до 22 кГц в течении от 2 до 5 минут. В качестве депрессора используют жидкое стекло и пирофосфат натрия с соотношением от 1:1 до 2:1, при расходе от 450 до 650 г/т. В качестве вспенивателя используется смесь реагентов неолола АФ 9-10 - оксиэтилированный нонилфенол с формулой  $C_9H_{19}C_6H_4O(C_2H_4O)_n$  и берола 556 - катионактивное поверхностно-активное вещество алкилполигликолевого эфира аммония метил хлорид, в соотношении от 1:1 до 1,5:1 и расходом от 150 до 200 г/т. Затем аэрированную водно-угольную пульпу обогащают флотацией, при этом флотацию проводят с одновременной гравитационной концентрацией, например, на концентрационном столе. В результате разделения получают угольный концентрат, который отправляют на дальнейшую переработку и отвальные хвосты.

Способ поясняется следующим примером. Обогащению подвергались коксующиеся угли марки «К» Кемеровского угольного месторождения. Исходный рядовой уголь, крупностью - 300 мм, дробился на щековой дробилке до - 150 мм и разделялся на крупные классы - 150 + 13 мм, - 13 + 6 мм и мелкие классы - 6 мм на грохоте. Зольность пробы рядового угля составляла около 32 %, зольность класса - 5 мм около 30 %. Класс - 6мм в виде водно-угольной пульпы обрабатывался реагентами. Флотация проводилась одновременной гравитационной концентрацией на концентрационном столе. При этом получался удельно-легкий и одновременно гидрофобный продукт, являющийся концентратом флотогравитации, и удельно-тяжелый, одновременно гидрофильный продукт, являющийся хвостами флотогравитации.

Влияние различных параметров на результаты разделения приведены в таблицах 1 - 7.

Влияние расхода реагента собирателя на результаты разделения приведены в таблице 1. При этом расходы депрессора составляют 550 г/т, вспенивателя - 175 г/т.

Расход реагентов, г/т	Наименование продуктов	Выход $\gamma_i$ , %	Зольность А, %	Извлечение золы $\epsilon_i$ , %
Собиратель 2100	Концентрат флотогравитации	60,8	7,6	14,8
	Хвосты флотогравитации	39,2	68,3	85,2
	Итого исходное питание:	100,0	31,4	100,0
Собиратель 2200	Концентрат флотогравитации	63,2	8,1	16,4
	Хвосты флотогравитации	36,8	70,8	83,6
	Итого исходное питание:	100,0	31,2	100,0
Собиратель 2500	Концентрат флотогравитации	65,8	8,2	17,3
	Хвосты флотогравитации	34,2	75,5	82,7
	Итого исходное питание:	100,0	31,2	100,0
Собиратель 2800	Концентрат флотогравитации	66,9	8,8	19,0
	Хвосты флотогравитации	33,1	75,9	81,0
	Итого исходное питание:	100,0	31,0	100,0

Собиратель 2900	Концентрат флотогравитации	70,2	10,2	24,5
	Хвосты флотогравитации	29,8	74,2	75,5
	Итого исходное питание:	100,0	29,3	100,0

Используемый реагент - собиратель обеспечивает лучшую селективность флотации, чем обычно используемые для флотации угля дизельное топливо. Расход собирателя меньше 2200 г/т не обеспечивает достаточного качества получаемого концентрата, расход реагента больше 2800 г/т не улучшает технические показатели.

Влияние расхода реагента депрессора на результаты разделения приведены в таблице 2. При этом расходы собирателя составляют 2500 г/т, вспенивателя - 175 г/т.

Таблица 2 - Влияние расхода реагента депрессора на результаты разделения

Расход реагентов, г/т	Наименование продуктов	Выход $\gamma_i$ , %	Зольность A, %	Извлечение золы $\epsilon_i$ , %
Депрессор 430	Концентрат флотогравитации	69,7	11,7	27,9
	Хвосты флотогравитации	30,3	69,5	72,1
	Итого исходное питание:	100,0	29,2	100,0
Депрессор 450	Концентрат флотогравитации	66,2	9,3	20,4
	Хвосты флотогравитации	33,8	71,1	79,6
	Итого исходное питание:	100,0	30,2	100,0
Депрессор 550	Концентрат флотогравитации	65,4	8,2	17,7
	Хвосты флотогравитации	34,6	71,9	82,3
	Итого исходное питание:	100,0	30,3	100,0
Депрессор 650	Концентрат флотогравитации	64,9	8,1	17,4
	Хвосты флотогравитации	35,1	71,2	82,6
	Итого исходное питание:	100,0	30,3	100,0
Депрессор 670	Концентрат флотогравитации	61,4	7,9	15,0
	Хвосты флотогравитации	38,6	71,2	85,0
	Итого исходное питание:	100,0	32,3	100,0

Использование в качестве депрессора комбинированного реагента жидкое стекло - пирофосфат натрия повышает селективность процесса разделения.

Расход депрессора меньше 450 г/т снижает селективность процесса. Расход больше 650 г/т снижает извлечение органической части сырья в концентрат.

Влияние расхода реагента вспенивателя на результаты разделения приведены в таблице 3. При этом расходы собирателя составляют 2500 г/т, , вспенивателя - 175 г/т.

Таблица 3 - Влияние расхода реагента вспенивателя на результаты разделения

Расход реагентов, г/т	Наименование продуктов	Выход $\gamma_i$ , %	Зольность A, %	Извлечение золы $\epsilon_i$ , %
Вспениватель 140	Концентрат флотогравитации	60,8	7,7	14,9
	Хвосты флотогравитации	39,2	68,4	85,1
	Итого исходное питание:	100,0	31,5	100,0
Вспениватель 150	Концентрат флотогравитации	62,2	7,9	15,5
	Хвосты флотогравитации	37,8	70,8	84,5
	Итого исходное питание:	100,0	31,7	100,0
Вспениватель 175	Концентрат флотогравитации	63,8	7,9	16,3
	Хвосты флотогравитации	36,2	72,0	83,7
	Итого исходное питание:	100,0	31,1	100,0
Вспениватель 175	Концентрат флотогравитации	64,8	8,1	17,2
	Хвосты флотогравитации	35,2	71,8	82,8
	Итого исходное питание:	100,0	30,5	100,0
Вспениватель 175	Концентрат флотогравитации	66,9	10,9	23,6
	Хвосты флотогравитации	33,1	71,2	76,4
	Итого исходное питание:	100,0	30,8	100,0

Использование в качестве вспенивателя - смеси реагентов неолола АФ 9-10 и берола 556 обеспечивает большую селективность процесса по сравнению с реагентами обычно



используемые при флотации угля.

Расход вспенивателя меньше 150 г/т снижает извлечение органической части в концентрат. Расход больше 200 г/т снижает качество, получаемого концентрата.

Влияние времени кавитации на результаты разделения приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Влияние времени кавитации на результаты разделения

Время кавитации, мин.	Наименование продуктов	Выход $\gamma_i$ , %	Зольность А, %
1	Концентрат флотогравитации	61,8	8,7
	Хвосты флотогравитации	38,2	68,8
	Итого исходное питание:	100,0	31,6
2	Концентрат флотогравитации	63,2	8,4
	Хвосты флотогравитации	36,8	70,8
	Итого исходное питание:	100,0	31,4
3,5	Концентрат флотогравитации	65,9	7,1
	Хвосты флотогравитации	34,1	76,7
	Итого исходное питание:	100,0	30,9
5	Концентрат флотогравитации	65,8	7,1
	Хвосты флотогравитации	34,2	76,8
	Итого исходное питание:	100,0	31,0
6	Концентрат флотогравитации	66,0	7,2
	Хвосты флотогравитации	34,0	76,5
	Итого исходное питание:	100,0	30,8

Время кавитационной обработки меньше 2 минут не обеспечивает достаточную степень эмульгации. Время обработки больше 5 минут не увеличивает степень эмульгации.

Влияние частоты кавитации на результаты разделения приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Влияние частоты кавитации на результаты разделения

Частота кавитации, кГц	Наименование продуктов	Выход $\gamma_i$ , %	Зольность А, %	Извлечение золы $\epsilon_i$ , %
18	Концентрат флотогравитации	60,8	9,8	18,2
	Хвосты флотогравитации	39,2	68,1	81,8
	Итого исходное питание:	100,0	32,6	100,0
20	Концентрат флотогравитации	62,9	8,5	17,0
	Хвосты флотогравитации	37,1	70,6	83,0
	Итого исходное питание:	100,0	31,5	100,0
21	Концентрат флотогравитации	65,8	7,1	15,1
	Хвосты флотогравитации	34,2	76,8	84,9
	Итого исходное питание:	100,0	31,0	100,0
22	Концентрат флотогравитации	65,7	7,2	15,3
	Хвосты флотогравитации	34,3	76,7	84,7
	Итого исходное питание:	100,0	31,1	100,0
23	Концентрат флотогравитации	66,3	8,4	18,0
	Хвосты флотогравитации	33,7	75,8	82,0
	Итого исходное питание:	100,0	31,1	100,0

Частоты ультразвуковой кавитации, выходящие за пределы 20 - 22 кГц ухудшают качество получаемой эмульсии.

Влияние соотношения компонентов реагента депрессора на результаты разделения приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Влияние соотношения компонентов реагента депрессора на результаты разделения				
Соотношение компонентов депрессора	Наименование продуктов	Выход $\gamma_i$ , %	Зольность А, %	Извлечение золы $\epsilon_i$ , %
1,9:1	Концентрат флотогравитации	62,7	9,7	19,3

	Хвосты флотогравитации	37,3	68,6	80,7	
	Итого исходное питание:	100,0	31,7	100,0	
5	1:1	Концентрат флотогравитации	64,9	8,7	18,5
		Хвосты флотогравитации	35,1	71,2	81,5
		Итого исходное питание:	100,0	30,7	100,0
10	1:1,5	Концентрат флотогравитации	65,4	7,3	15,5
		Хвосты флотогравитации	34,6	75,1	84,5
		Итого исходное питание:	100,0	30,8	100,0
10	1:2	Концентрат флотогравитации	65,3	7,3	15,4
		Хвосты флотогравитации	34,7	75,2	84,6
		Итого исходное питание:	100,0	30,8	100,0
10	1:2,1	Концентрат флотогравитации	65,2	7,3	15,2
		Хвосты флотогравитации	34,8	75,5	84,8
		Итого исходное питание:	100,0	31,0	100,0

Соотношение реагентов, выходящее за пределы от 1:1 до 2:1 снижает извлечение органической части сырья в концентрат.

Влияние соотношения компонентов реагента вспенивателя на результаты разделения приведены в таблице 7.

Соотношение компонентов вспенивателя	Наименование продуктов	Выход $\gamma_i$ , %	Зольность A, %	Извлечение золы $\epsilon_i$ , %	
20	1,4:1	Концентрат флотогравитации	63,4	8,7	18,0
		Хвосты флотогравитации	36,6	68,8	82,0
		Итого исходное питание:	100,0	30,7	100,0
25	1,5:1	Концентрат флотогравитации	63,8	7,9	16,4
		Хвосты флотогравитации	36,2	70,9	83,6
		Итого исходное питание:	100,0	30,7	100,0
30	1,25:1	Концентрат флотогравитации	63,9	7,8	16,1
		Хвосты флотогравитации	36,1	72,0	83,9
		Итого исходное питание:	100,0	31,0	100,0
30	1,5:1	Концентрат флотогравитации	64,1	7,9	16,5
		Хвосты флотогравитации	35,9	71,8	83,5
		Итого исходное питание:	100,0	30,8	100,0
30	1,6:1	Концентрат флотогравитации	65,4	8,9	19,3
		Хвосты флотогравитации	34,6	70,3	80,7
		Итого исходное питание:	100,0	30,1	100,0

Соотношение реагентов, выходящее за пределы от 1:1 до 1,5:1 снижает извлечение органической части сырья в концентрат.

Заявляемый способ позволяет повысить эффективность разделения сырья за счет увеличения разности в плотностях и флотуемости разделяемых компонентов сырья.

#### (57) Формула изобретения

Способ обогащения угля, включающий дробление исходного угля, последующее грохочение 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 пульпы, в которую вводят реагенты-собиратели, депрессоры и вспениватели, аэрацию пульпы и ее флотацию, отличающийся тем, что в качестве реагента-собирателя используют комплексную эмульсию, состоящую из смеси изомерных соединений фракций C12 – C18, выделенных из тяжелой нефти, и керосина, которую приготавливают ультразвуковой кавитацией при частоте от 20 до 22 кГц в течение от 2 до 5 минут, при расходе собирателя от 2200

до 2800 г/т, в качестве депрессора используют жидкое стекло и пиррофосфат натрия с соотношением от 1:1 до 2:1, при расходе от 450 до 650 г/т, в качестве вспенивателя – смесь реагентов неонола АФ 9-10 с формулой  $C_9H_{19}C_6H_4O(C_2H_4O)_n$  и берола 556 в соотношении от 1:1 до 1,5:1 и расходом от 150 до 200 г/т, при этом флотацию проводят с одновременной гравитационной концентрацией с получением угольного концентрата, который направляют на дальнейшую переработку, и отвальных хвостов.

10

15

20

25

30

35

40

45