

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2837504

### СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ

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), Смирнов Андрей Юрьевич (RU)*

Заявка № 2024126286

Приоритет изобретения 06 сентября 2024 г.

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 31 марта 2025 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 06 сентября 2044 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 (2025.01); B03D 1/02 (2025.01)

(21)(22) Заявка: 2024126286, 06.09.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
06.09.2024

Дата регистрации:  
31.03.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.09.2024

(45) Опубликовано: 31.03.2025 Бюл. № 10

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный  
университет императрицы Екатерины II",  
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Александрова Татьяна Николаевна (RU),  
Кусков Вадим Борисович (RU),  
Прохорова Евгения Олеговна (RU),  
Смирнов Андрей Юрьевич (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 2812378 C1, 30.01.2024. RU  
2739182 C1, 21.12.2020. RU 2304467 C2,  
20.08.2007. SU 1417265 A1, 27.08.1999. CN  
111589590 A, 28.08.2020. ХАРЛАМПЕНКОВА  
Ю.А. и др. "Влияние ультразвуковой  
обработки на результаты флотации угольной  
пульпы", "Вестник Тувинского  
государственного университета. Технические  
и физико-математические науки", N3, 2015,  
с.107-111.

(54) СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ

(57) Реферат:

Предложенное изобретение относится к технологиям обогащения углей, в частности мелких угольных шламов, и может использоваться в угольной, топливной и металлургической промышленности для получения высокосортного, высококалорийного, низкосольного угля. Способ обогащения угольных шламов включает смешение шламов с флотационными реагентами собирателями, депрессорами и вспенивателями, в виде комплексной эмульсии на основе неонола АФ 9-10, приготовленной путем ультразвуковой кавитации, и депрессора пирофосфата натрия, аэрации пульпы и ее флотации, проводимой с одновременной гравитационной концентрацией

в свободномдвижущемся центробежном поле с получением угольного концентрата, направляемого на дальнейшую переработку, и отвальных хвостов. Аэрацию проводят путем подачи пульпы под давлением. В качестве собирателя и вспенивателя используют комплексную эмульсию, которую получают из веретённого масла эмульгированого в неоле АФ 9-10 путем ультразвуковой кавитации при частоте от 18 до 24 кГц в течение от 4 до 6 минут, при расходе веретённого масла от 1,5 до 3 кг/т, а неонола от 150 до 250 г/т. В качестве депрессора используют пирофосфат натрия при его расходе от 150 до 300 г/т. Технический результат - повышение эффективности разделения материала.

RU 2 837 504 C1

RU 2 837 504 C1

R U 2 8 3 7 5 0 4 C 1

R U 2 8 3 7 5 0 4 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

**B03B 7/00 (2025.01); B03D 1/02 (2025.01)**(21)(22) Application: **2024126286, 06.09.2024**(24) Effective date for property rights:  
**06.09.2024**Registration date:  
**31.03.2025**

Priority:

(22) Date of filing: **06.09.2024**(45) Date of publication: **31.03.2025 Bull. № 10**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU  
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet  
imperatritsy Ekateriny II", Patentno-litsenzionnyj  
otdel**

(72) Inventor(s):

**Aleksandrova Tatiana Nikolaevna (RU),  
Kuskov Vadim Borisovich (RU),  
Prokhorova Evgeniia Olegovna (RU),  
Smirnov Andrei Iurevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia "Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet imperatritsy Ekateriny II" (RU)**

(54) **METHOD OF COAL SLUDGE BENEFICIATION**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: proposed invention relates to technologies for beneficiation of coals, in particular fine coal slurries, and can be used in coal, fuel and metallurgical industry for production of high-grade, high-calorific, low-ash coal. Coal sludge beneficiation method involves mixing sludge with flotation reagents, collectors, depressors and foaming agents, in the form of a complex emulsion based on neonol "AΦ 9-10", prepared by ultrasonic cavitation, and a sodium pyrophosphate depressor, pulp aeration and its flotation, carried out with simultaneous gravitational concentration in a free-moving centrifugal field with

obtaining a coal concentrate sent for further processing, and waste tailings. Aeration is carried out by feeding pulp under pressure. Collector and foaming agent used are complex emulsion, which is obtained from spindle oil emulsified in neonol "AΦ 9-10" by ultrasonic cavitation at frequency from 18 to 24 kHz for 4 to 6 minutes, at consumption of spindle oil from 1.5 to 3 kg/t, and neonol from 150 to 250 g/t. Sodium pyrophosphate is used as depressant at its flow rate from 150 to 300 g/t.

EFFECT: higher efficiency of material separation.  
1 cl, 5 tbl

Изобретение относится к технологиям обогащения углей, в частности мелких угольных шламов, и может использоваться в угольной, топливной и металлургической промышленности для получения высокосортного, высококалорийного, низкосольного угля.

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 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-за низкой скорости флотационного процесса, вызванной относительно низкой скоростью всплывания, извлекаемых в пенный продукт частиц, сравнительно высокой зольности получаемых концентров из-за плохой флотиремости мелких частиц.

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  $70^{\circ}C$ , тяжелого углеводорода - каменноугольного масла, с т.кип.  $200-400^{\circ}C$ , остаточных продуктов нефтеперегонки или их смеси и неионогенной добавки - маслорастворимых пропоксилированных фенольных или алкилфенольных соединений, перемешивание дисперсии и последующее выделение агломератов обогащенного угля; 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 пропоксилированные фенольные и алкилфенольные соединения являются этоксилированными; тяжелый углеводород выбирают из антраценовых масел, газопромывочного масла или их смесей.

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, сравнительно высокой зольности получаемых концентров из-за плохой флотиремости мелких частиц.

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 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, сложности приготовления композиционного

реагента, а также относительно низкой удельной производительности из-за относительно низкого всплывания, извлекаемых в пенный продукт частиц, сравнительно высокой зольности получаемых концентров из-за плохой флотуемости мелких частиц.

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, сравнительно высокой зольности получаемых концентров из-за плохой флотуемости мелких частиц.

Известен способ обогащения угля (патент РФ № 2812378, опубликован 30.01.2024), принятый за прототип, 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, аэрации пульпы и ее флотации, отличающиеся тем, что в качестве реагента собирателя используют комплексную эмульсию, состоящую из смеси изомерных соединений фракций C12 - C18, выделенных из тяжелой нефти, и керосина, приготовленную 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 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, при этом флотацию проводят с одновременной гравитационной концентрацией с получением угольного концентрата, направляемого на дальнейшую переработку и отвальных хвостов.

Основные недостатки способа в относительно невысокой эффективности разделения особенно самых мелких частиц из-за их плохой флотуемости, сравнительно сложном реагентном режиме, сравнительно низкой удельной производительности.

Техническим результатом является повышение эффективности разделения материала, упрощение реагентного режима.

Технический результат достигается тем, что аэрацию проводят путем подачи пульпу под давлением, в качестве собирателя и вспенивателя используют комплексную эмульсию, которую получают из веретенного масла эмульгированного в неололе АФ

9-10 путем ультразвуковой кавитации при частоте от 18 до 24 кГц в течении от 4 до 6 минут, при расходе веретенного масла от 1,5 до 3 кг/т, а неонола от 150 до 250 г/т, в качестве депрессора используют пирофосфат натрия при его расходе от 150 до 300 г/т.

- 5 Способ осуществляется следующим образом. Мокрую угольную пульпу смешивают с флотационными реагентами собирателями, депрессорами и вспенивателями в контактном чане. В качестве собирателя и вспенивателя используют комплексную эмульсию, полученную из веретенного масла эмульгированного в неоноле АФ 9-10 путем ультразвуковой кавитации при частоте от 18 до 24 кГц в течении от 4 до 6 минут.
- 10 Эмульсию комплексного реагента вводят в угольную пульпу в виде струи под давлением, что обеспечивает аэрацию пульпы и ее смешение с реагентами. Расход веретенного масла составляет от 1,5 до 3 кг/т, а неонола от 150 до 250 г/т. В качестве депрессора используют пирофосфат натрия при его расходе от 150 до 300 г/т. После перемешивания получается пульпа, органическая часть которой образует с флотационными реагентами
- 15 агломераты оптимальные по крупности для флотации. Затем обработанную реагентами пульпу подвергают флотации одновременно с гравитационной концентрацией в свободном движущемся центробежном поле. Это достигается путем тангенциальной подачи пульпы в коническую чашу в виде струи под давлением, что обеспечивает аэрацию пульпы. На агломератах закрепляются пузырьки воздуха. Агрегат агломерат
- 20 - воздух разгружают частично переливом через борта чаши, частично через разгрузочные отверстия в верхней части чаши. Разгруженный продукт является угольным концентратом, который поступает на дальнейшую переработку. Неорганическая часть, которая содержит кварц или кальцит и на которой не закрепились пузырьки воздуха, разгружают через разгрузочное отверстие в нижней части чаши -
- 25 отвалыные хвосты.

Способ поясняется следующими примерами. Обогащению подвергались угольные шламы длиннопламенного угля марки «Д» крупностью - 0,2 мм. Кузнецкого угольного бассейна около с зольностью около 25 %.

- Влияние различных параметров на результаты разделения приведены в таблицах 1 - 5.

Влияние расхода веретенного масла на результаты разделения приведены в таблице 1. При этом расходы неонола составляли 200 г/т, пирофосфата - 220 г/т.

Таблица 1 - Влияние расхода веретенного масла на результаты разделения

| № опыта | Расход веретенного масла, кг/т | Наименование продуктов     | Выход $\gamma_i$ , % | Зольность $A_i$ , % | Извлечение золы $\epsilon_i$ , % |
|---------|--------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------------------|
| 1       | 1,4                            | 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                            |
| 2       | 1,5                            | 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                            |
| 3       | 2,2                            | 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                            |
| 4       | 3,0                            | 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                            |
| 5       | 3,1                            | 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                            |

Расход веретенного масла меньше 1,5 кг/т не обеспечивает достаточного полного извлечения органической части угля в концентрат, расход больше 3,0 кг/т ведет к заметному увеличению зольности концентрата.

Влияние расхода реагента неолола на результаты разделения приведены в таблице 2. При этом расходы веретенного масла составляют 2,2 кг/т, пирофосфата -220 г/т.

Таблица 2 - Влияние расхода реагента неолола на результаты разделения

| № опыта | Расход неолола, г/т | Наименование продуктов     | Выход $\gamma_i$ , % | Зольность A, % | Извлечение золы $\epsilon_i$ , % |
|---------|---------------------|----------------------------|----------------------|----------------|----------------------------------|
| 10      | 140                 | Концентрат флотогравитации | 67,8                 | 7,6            | 20,4                             |
|         |                     | Хвосты флотогравитации     | 32,2                 | 62,4           | 79,6                             |
|         |                     | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,2           | 100,0                            |
| 15      | 150                 | Концентрат флотогравитации | 67,9                 | 7,8            | 20,7                             |
|         |                     | Хвосты флотогравитации     | 32,1                 | 63,1           | 79,3                             |
|         |                     | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,6           | 100,0                            |
| 15      | 200                 | Концентрат флотогравитации | 68,8                 | 7,9            | 21,4                             |
|         |                     | Хвосты флотогравитации     | 31,2                 | 64,3           | 78,6                             |
|         |                     | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,5           | 100,0                            |
| 20      | 250                 | Концентрат флотогравитации | 68,9                 | 8,0            | 21,3                             |
|         |                     | Хвосты флотогравитации     | 31,1                 | 65,3           | 78,7                             |
|         |                     | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,8           | 100,0                            |
| 20      | 260                 | Концентрат флотогравитации | 70,9                 | 8,8            | 24,6                             |
|         |                     | Хвосты флотогравитации     | 29,1                 | 65,8           | 75,4                             |
|         |                     | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,4           | 100,0                            |

Расход неолола меньше 150 г/т не обеспечивает достаточного полного извлечения органической части угля в концентрат, расход больше 250 г/т ведет к увеличению зольности концентрата.

Влияние расхода пирофосфата на результаты разделения приведены в таблице 3. При этом расходы веретенного масла составляли 2,2 кг/т, неолола - 200 г/т.

Таблица 3 - Влияние расхода пирофосфата на результаты разделения

| № опыта | Расход пирофосфата, г/т | Наименование продуктов     | Выход $\gamma_i$ , % | Зольность A, % | Извлечение золы $\epsilon_i$ , % |
|---------|-------------------------|----------------------------|----------------------|----------------|----------------------------------|
| 30      | 135                     | Концентрат флотогравитации | 76,8                 | 11,7           | 35,8                             |
|         |                         | Хвосты флотогравитации     | 23,2                 | 69,5           | 64,2                             |
|         |                         | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,1           | 100,0                            |
| 35      | 150                     | Концентрат флотогравитации | 73,8                 | 9,2            | 27,0                             |
|         |                         | Хвосты флотогравитации     | 26,2                 | 70,2           | 73,0                             |
|         |                         | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,2           | 100,0                            |
| 40      | 220                     | Концентрат флотогравитации | 71,3                 | 6,7            | 18,9                             |
|         |                         | Хвосты флотогравитации     | 28,7                 | 71,3           | 81,1                             |
|         |                         | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,2           | 100,0                            |
| 40      | 300                     | Концентрат флотогравитации | 69,9                 | 6,1            | 16,6                             |
|         |                         | Хвосты флотогравитации     | 30,1                 | 71,3           | 83,4                             |
|         |                         | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,7           | 100,0                            |
| 40      | 320                     | Концентрат флотогравитации | 68,2                 | 4,3            | 11,5                             |
|         |                         | Хвосты флотогравитации     | 31,8                 | 71,2           | 88,5                             |
|         |                         | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,6           | 100,0                            |

Расход пирофосфата меньше 150 г/т увеличивает зольность концентрата. Расход больше 300 г/т снижает извлечение органической части сырья в концентрат.

Влияние времени кавитации на результаты разделения приведены в таблице 4. При этом расходы веретенного масла составляют 2,2 кг/т, неолола - 200 г/т, пирофосфата -220 г/т.

Таблица 4 - Влияние времени кавитации на результаты разделения

| № опыта | Время кавитации, мин. | Наименование продуктов     | Выход $\gamma_i$ , % | Зольность A, % | Извлечение золы $\epsilon_i$ , % |
|---------|-----------------------|----------------------------|----------------------|----------------|----------------------------------|
| 1       | 3                     | Концентрат флотогравитации | 71,4                 | 8,3            | 23,3                             |
|         |                       | Хвосты флотогравитации     | 28,6                 | 68,2           | 76,7                             |
|         |                       | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,4           | 100,0                            |
| 2       | 4                     | Концентрат флотогравитации | 71,8                 | 7,6            | 21,5                             |
|         |                       | Хвосты флотогравитации     | 28,2                 | 70,8           | 78,5                             |
|         |                       | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,4           | 100,0                            |
| 3       | 5                     | Концентрат флотогравитации | 72,8                 | 6,2            | 17,8                             |
|         |                       | Хвосты флотогравитации     | 27,2                 | 76,7           | 82,2                             |
|         |                       | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,4           | 100,0                            |
| 4       | 6                     | Концентрат флотогравитации | 72,9                 | 6,1            | 17,6                             |
|         |                       | Хвосты флотогравитации     | 27,1                 | 76,8           | 82,4                             |
|         |                       | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,3           | 100,0                            |
| 5       | 7                     | Концентрат флотогравитации | 72,9                 | 6,0            | 17,3                             |
|         |                       | Хвосты флотогравитации     | 27,1                 | 76,9           | 82,7                             |
|         |                       | Итого исходное питание:    | 100,0                | 30,8           | 100,0                            |

Время кавитационной обработки меньше 4 минут не обеспечивает достаточную степень эмульгации, что ведет к снижению извлечения органической части в концентрат. Время обработки больше 6 минут не увеличивает степень эмульгации.

Влияние частоты кавитации на результаты разделения приведены в таблице 5. Расходы веретенного масла составляют 2,2 кг/т, неолола - 200 г/т, пирофосфата - 220 г/т, время кавитационной обработки - 5 мин.

Таблица 5 - Влияние частоты кавитации на результаты разделения

| № опыта | Частота кавитации, кГц | Наименование продуктов     | Выход $\gamma_i$ , % | Зольность A, % | Извлечение золы $\epsilon_i$ , % |
|---------|------------------------|----------------------------|----------------------|----------------|----------------------------------|
| 1       | 16                     | Концентрат флотогравитации | 71,9                 | 9,1            | 25,5                             |
|         |                        | Хвосты флотогравитации     | 28,1                 | 68,1           | 74,5                             |
|         |                        | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,7           | 100,0                            |
| 2       | 18                     | Концентрат флотогравитации | 71,5                 | 7,7            | 21,5                             |
|         |                        | Хвосты флотогравитации     | 28,5                 | 70,6           | 78,5                             |
|         |                        | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,6           | 100,0                            |
| 3       | 21                     | Концентрат флотогравитации | 72,3                 | 6,2            | 17,7                             |
|         |                        | Хвосты флотогравитации     | 27,7                 | 75,3           | 82,3                             |
|         |                        | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,3           | 100,0                            |
| 4       | 24                     | Концентрат флотогравитации | 73,1                 | 6,2            | 18,0                             |
|         |                        | Хвосты флотогравитации     | 26,9                 | 76,6           | 82,0                             |
|         |                        | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,1           | 100,0                            |
| 5       | 26                     | Концентрат флотогравитации | 73,2                 | 6,8            | 19,7                             |
|         |                        | Хвосты флотогравитации     | 26,8                 | 75,6           | 80,3                             |
|         |                        | Итого исходное питание:    | 100,0                | 25,2           | 100,0                            |

Частоты ультразвуковой кавитации, выходящие за пределы от 18 до 24 кГц ухудшают качество получаемой эмульсии, что снижает эффективность разделения.

Заявляемый способ позволяет повысить эффективность разделения мелких шламов сырья за счет увеличения разности в плотностях разделяемых компонентов и повышения флотуемости разделяемых образующихся в результате обработки комплексным реагентом агломератов уголь-эмульсия.

#### (57) Формула изобретения

Способ обогащения угольных шламов, включающий смешение шламов с флотационными реагентами собирателями, депрессорами и вспенивателями в виде комплексной эмульсии на основе неолола АФ 9-10, приготовленной путем ультразвуковой кавитации, и депрессора пирофосфата натрия, аэрации пульпы и ее

флотации, проводимой с одновременной гравитационной концентрацией в свободнодвижущемся центробежном поле с получением угольного концентрата, направляемого на дальнейшую переработку, и отвальных хвостов, отличающийся тем, что аэрацию проводят путем подачи пульпы под давлением, в качестве собирателя и вспенивателя используют комплексную эмульсию, которую получают из веретённого масла эмульгированного в неоле АФ 9-10 путем ультразвуковой кавитации при частоте от 18 до 24 кГц в течение от 4 до 6 минут, при расходе веретённого масла от 1,5 до 3 кг/т, а неола АФ 9-10 от 150 до 250 г/т, в качестве депрессора используют пирофосфат натрия при его расходе от 150 до 300 г/т.

10

15

20

25

30

35

40

45