

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2655060

### СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ ФЛЮОРИТОВЫХ РУД

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

Авторы: *Кусков Вадим Борисович (RU), Кускова Яна Вадимовна (RU), Вдовин Яков Юрьевич (RU)*

Заявка № 2017126781

Приоритет изобретения 25 июля 2017 г.

Дата государственной регистрации в  
Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 23 мая 2018 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 25 июля 2037 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*B07B 15/00* (2006.01); *B03B 7/00* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017126781, 25.07.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
25.07.2017

Дата регистрации:  
23.05.2018

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 25.07.2017

(45) Опубликовано: 23.05.2018 Бюл. № 15

Адрес для переписки:  
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный  
университет", отдел интеллектуальной  
собственности и трансфера технологий (отдел  
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):  
Кусков Вадим Борисович (RU),  
Кускова Яна Вадимовна (RU),  
Вдовин Яков Юрьевич (RU)

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

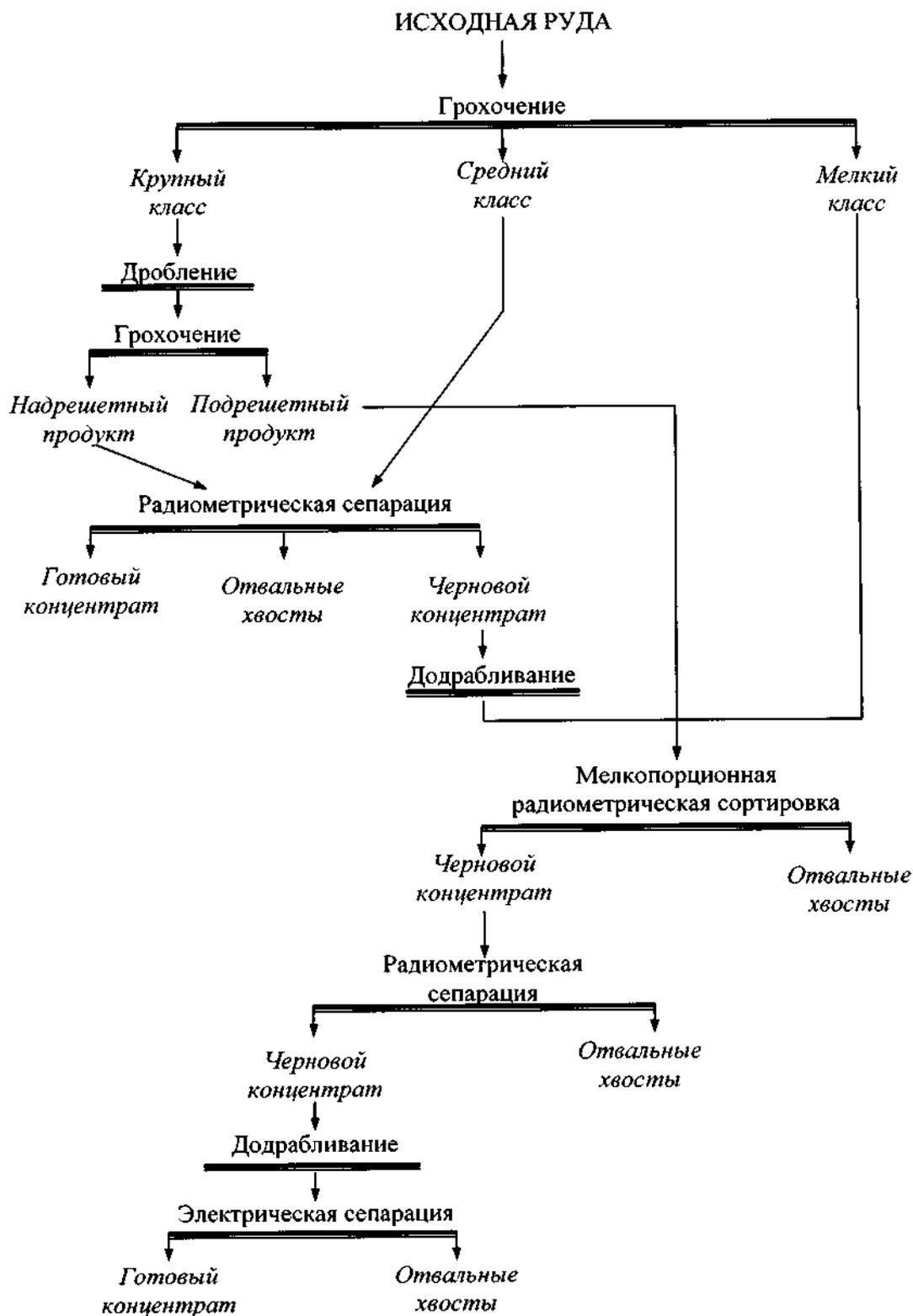
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: КУТЛИН Б.А. "Разработка и  
обоснование комплексной технологии  
переработки флюоритовых руд различного  
генезиса", Автореферат, Москва, 2004. RU  
2471563 C1, 10.01.2013. SU 1407554 A1,  
07.07.1988. RU 2003376 C1, 30.11.1993.  
МОКРОУСОВ В.А. и др.  
"Радиометрическое обогащение  
нерадиоактивных руд", Москва, Недра, 1979,  
с. 127-130. КУТЛИН Б.А. (см. прод.)

## (54) СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ ФЛЮОРИТОВЫХ РУД

(57) Реферат:

Изобретение относится к области переработки флюоритовых руд и может быть использовано для получения высококачественных флюоритовых концентратов, пригодных для использования, в химической и оптической промышленности по «сухой» схеме, т.е. без использования воды. Способ обогащения флюоритовых руд включает дробление, грохочение, сепарацию руды. Исходную руду рассеивают на три класса крупности. Крупный класс дробят и направляют на грохочение. Полученный подрешетный продукт объединяют с мелким классом. Надрешетный продукт вместе со средним классом подвергают радиометрической сепарации с выделением готового концентрата, отвальных хвостов и чернового концентрата. Черновой концентрат

додрабливают и вместе с мелким классом и подрешетным продуктом подвергают мелкопорционной радиометрической сортировке с выделением отвальных хвостов, которые направляют в отвал, и чернового концентрата, который далее подвергается радиометрической сепарации с выделением отвальных хвостов, которые направляются в отвал, и чернового концентрата. Последний додрабливается и направляется на электрическую сепарацию. Готовые концентраты направляют на дальнейшую переработку, а отвальные хвосты направляют в отвал. Технический результат – получение высококачественных флюоритовых концентратов без использования воды. 1 ил., 2 пр.



Фиг. 1

(56) (продолжение):

"Совершенствование технологии переработки труднообогатимых флюоритовых руд переменного состава", Обогащение руд, №2. 2004, с.11-14. ДАВААСАМБУУ ДОРЖ. "Разработка и применение методов крупнокусковой сепарации в технологии обогащения флюоритовых руд Монголии", Автореферат, Москва, 2000.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*B07B 15/00* (2006.01); *B03B 7/00* (2006.01)

(21)(22) Application: **2017126781, 25.07.2017**

(24) Effective date for property rights:  
**25.07.2017**

Registration date:  
**23.05.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **25.07.2017**

(45) Date of publication: **23.05.2018** Bull. № 15

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU  
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel  
intelektualnoj sobstvennosti i transfera tekhnologij  
(otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Kuskov Vadim Borisovich (RU),  
Kuskova Yana Vadimovna (RU),  
Vdovin Yakov Yurevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **METHOD OF THE FLUORITE ORES ENRICHMENT**

(57) Abstract:

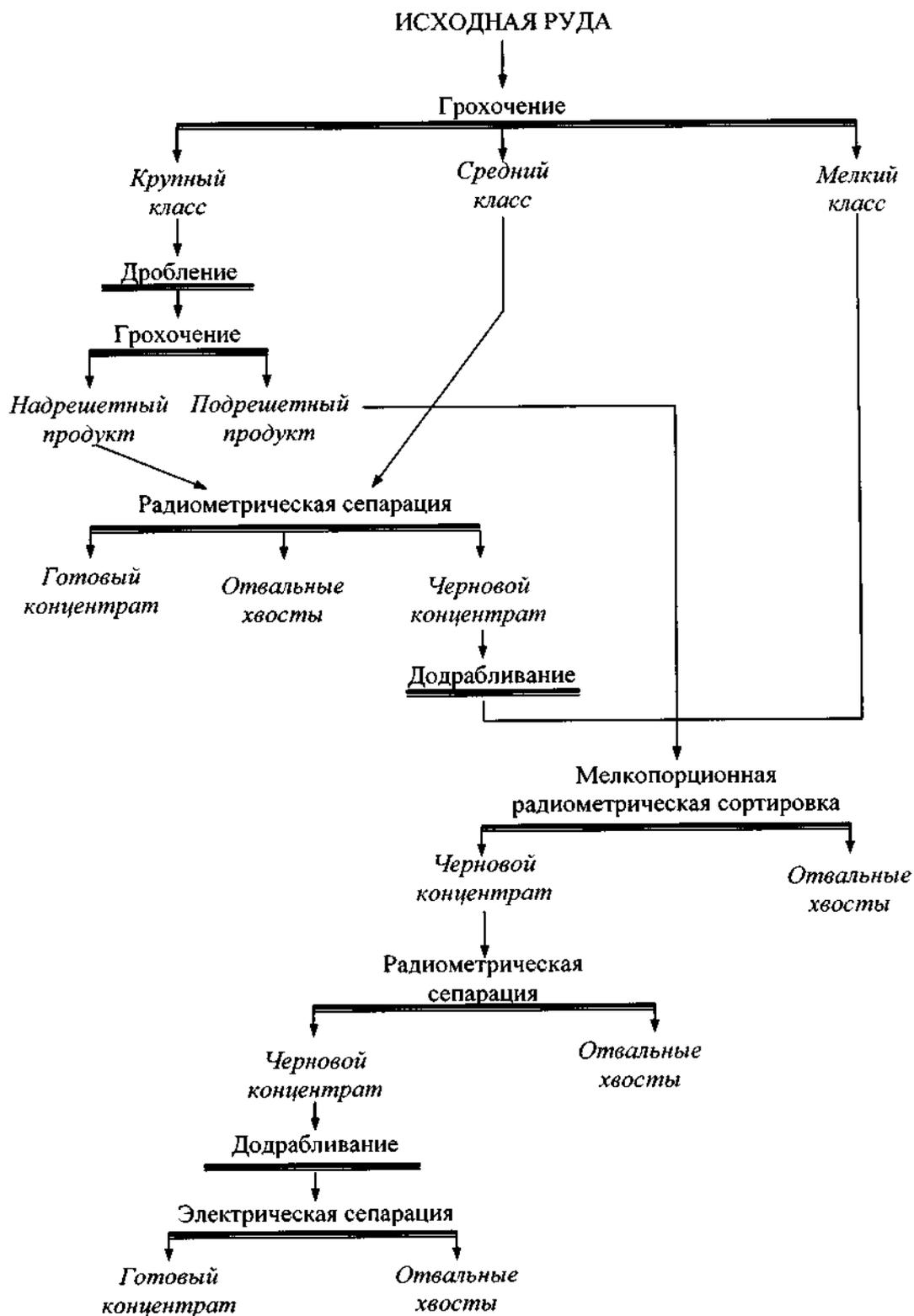
FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention relates to the fluorite ores processing and can be used to produce high-quality fluorite concentrates suitable for use, in the chemical and optical industries by a "dry" scheme, i.e. without the use of water. Method of the fluorite ores enrichment includes ore crushing, screening and separation. Initial ore is screened into three size classes. Large class is crushed and sent for screening. Resulting minus material is combined with a small class. Plus material together with the middle class is subjected to radiometric separation with the finished concentrate, tailings and rough concentrate separation. Rough concentrate is

refined and, together with a small class and minus material is subjected to fine-seated radiometric sorting with separation of the tailings, which are sent to the dump, and rough concentrate, which is further subjected to radiometric separation with separation of the tailings, which are sent to the dump, and rough concentrate. Latter is refined and sent to the electrical separation. Finished concentrates are sent for further processing, and the tailings are sent to the dump.

EFFECT: production of high-quality fluorite concentrates without the use of water.

1 cl, 1 dwg, 2 ex



Фиг. 1

RU 2655060 C1

RU 2655060 C1

Изобретение относится к области переработки флюоритовых руд и может быть использовано для получения высококачественных флюоритовых концентратов, пригодных для использования, например, в химической и оптической промышленности по «сухой» схеме.

5 Известен способ обогащения флюоритовых руд (патент РФ №2286850, опубл. 10.11.2006), в котором руду измельчают в присутствии регулятора среды, контактируют с депрессором пустой породы и кондиционируют подготовленную руду с активатором - фторидом щелочного металла и собирателем - тетранатриевой солью N-n-октадецил-N-сукциноиласпарагиновой кислоты, подвергают пенной флотацию при обычной  
10 температуре с выделением флюоритового концентрата.

Основные недостатки способа в необходимости использования тонкого измельчения, флотационных реагентов и воды, что приводит к загрязнению окружающей среды.

Известен способ флотационного обогащения флюоритовых руд (патент РФ №2268089, опубл. 20.01.2006), в котором проводят флотацию с применением различных  
15 модификаторов и использованием в качестве собирателя смеси олеиновой кислоты с 2-аминоэтанолом при мольном соотношении 1÷(1:0,8).

Недостатками способа является необходимость использования измельчения, флотационных реагентов и воды, что приводит к загрязнению окружающей среды, а также невозможности обогащать сульфидсодержащие флюоритовые руды.

20 Известен способ обогащения карбонатно-флюоритовых руд и поточная линия для его осуществления (патент РФ №2259888, опубл. 10.09.2005), в котором вводят в процесс измельчения структурообразователи  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{NaCl}$  в соотношении 3:1 при использовании в качестве депрессора карбонатов при флотации флюоритовых руд.

Основные недостатки способа в необходимости использования тонкого измельчения,  
25 флотационных реагентов и воды, что приводит к загрязнению окружающей среды.

Известен способ обогащения флюоритовых руд (Марченко А.А., Зашихин А.В., Воскресенская Е.Н., Южанников А.Ю. Разработка технологии обогащения флюоритовых руд Нижне-Березовского месторождения (Красноярский край). Успехи современного естествознания №12, 2016, стр. 20-25), в котором исходную руду  
30 подвергают дроблению, грохочению, измельчению, а затем флотации.

Основные недостатки способа в необходимости использования тонкого измельчения, флотационных реагентов и воды, что приводит к загрязнению окружающей среды.

Известны способы радиометрического обогащения флюоритовой руды (Мокроусов В.А., Лилеев В.А. Радиометрическое обогащение нерадиоактивных руд. М.: Недра, 1979 г. - 192 стр.), в котором флюоритовую руду подвергают дроблению, грохочению  
35 и радиометрической сепарации.

Основным недостатком способа является невозможность получения высококачественных концентратов.

Известен способ обогащения флюоритовых руд (Кутлин. Б.А. Разработка и обоснование комплексной технологии переработки флюоритовых руд различного  
40 генезиса. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Москва, 2004 г. 34 с.), принятый за прототип, в руду подвергают дроблению, грохочению, сортировке, гравитационному обогащению.

Основными недостатками способа является невозможность получения высокочистых концентратов и необходимость использования большого количества воды.

Техническим результатом изобретения является возможность получения высококачественных флюоритовых концентратов без использования воды.

Технический результат достигается тем, что исходную руду рассеивают на три класса

крупности, крупный класс дробят, направляют на грохочение, полученный подрешетный продукт объединяют с мелким классом, а надрешетный продукт вместе со средним классом подвергают радиометрической сепарации с выделением готового концентрата, отвальных хвостов и чернового концентрата, готовый концентрат отправляют на дальнейшую переработку, отвальные хвосты направляются в отвал, а черновой концентрат додрабливают и вместе с мелким классом и подрешетным продуктом подвергают мелкопорционной радиометрической сортировке с выделением отвальных хвостов, которые направляют в отвал, и чернового концентрата, который далее подвергается радиометрической сепарации с выделением отвальных хвостов, которые направляются в отвал, и чернового концентрата, додрабливается и направляется на электрическую сепарацию, в ходе которой получается готовый концентрат и отвальные хвосты.

Способ обогащения и флюоритовых руд поясняется следующей фигурой:  
фиг. 1 - технологическая схема обогащения флюоритовых руд.

Способ осуществляется следующим образом. Исходную руду рассеивают на грохоте на три класса крупности: крупный, средний и мелкий. Крупный класс дробят до крупности, равной крупности среднего класса. Дробленый крупный класс направляют на грохочение, подрешетный продукт которого объединяют с мелким классом. Средний класс объединяют с надрешетным продуктом, полученным после грохочения дробленого крупного класса и отправляют на радиометрическую сепарацию, в ходе которой выделяют готовый кусковый концентрат, черновой концентрат и отвальные хвосты, которые направляют в отвал. Черновой концентрат додрабливают, объединяют с мелким классом и порешетным продуктом, полученным после грохочения дробленого крупного класса, и подвергают мелкопорционной радиометрической сортировке, в ходе которой получают отвальные хвосты, которые направляются в отвал, и черновой концентрат, который направляют на радиометрическую сепарацию. В ходе радиометрической сепарации получают овальные хвосты, которые направляются в отвал, и черновой концентрат, который после додрабливания направляют на электрическую сепарацию, в ходе которой получают готовый концентрат и отвальные хвосты, которые направляются в отвал. Все готовые концентраты направляют на дальнейшую переработку, отвальные хвосты - в отвал.

Рассев исходной руды на классы крупности позволяет снизить затраты на рудоподготовку, реализуя принцип «не дробить ничего лишнего». Дробление крупного класса нужно для раскрытия сростков минералов. Грохочение дробленого продукта служит для удаления мелочи, снижающей производительность радиометрической сепарации.

В ходе радиометрической сепарации выделяется готовый концентрат (кусковый), который в зависимости от свойств исходной руды можно использовать непосредственно в металлургической, химической или оптической промышленности. Также в ходе этой операции выделяются отвальные хвосты на относительно крупном продукте, что снижает общие затраты на переработку, т.к. эти хвосты удаляются из процесса и, соответственно, не дробятся, не обогащаются.

Додрабливание чернового концентрата необходимо для раскрытия сростков. В ходе мелкопорционной сортировки выделяются отвальные хвосты, которые также удаляются из процесса и, соответственно, не дробятся, не обогащаются, что снижает общие затраты на переработку. Порционная сортировка на мелком классе материала позволяет существенно увеличить производительность процесса (по сравнению с покусковой сепарацией).

В ходе радиометрической сепарации получают отвальные хвосты, которые не обогащаются, что снижает общие затраты на переработку.

Додрабливание перед электрической сепарацией служит для окончательного раскрытия сростков.

5 Для окончательной доводки используется электрическая сепарация, которая также повышает универсальность процесса, например, позволяя эффективно обогащать сульфидсодержащие руды.

Электрическая сепарация не является строго обязательным процессом, и на рудах с простым минералогическим составом, например на крупновкрапленных кварц-  
10 флюоритовых, кондиционные концентраты получают без этой операции.

Пример 1. Обогащению подвергались пробы руды, содержащие 42,7% флюорита, 32,4% кварца, 23,9% карбонатов (преимущественно кальцита).

Для отсева использовался вибрационный грохот, для дробления щековая и валковая дробилки. Рассев производился на классы +50 мм, -50+10 мм, - 10 мм на вибрационном  
15 грохоте. Радиометрическое обогащение осуществлялось на сепараторах производства ООО «Эгонт». Электрическая сепарация на сепараторе ЭЛКОР - 1, производства «Механобр - Техника».

В результате обогащения был получен общий концентрат (готовый кусковой концентрат + готовый концентрат), содержащий 98,79% флюорита, выход концентрата  
20 31,5%, извлечение 73,1%.

Пример 2. Обогащению подвергались пробы руды, содержащие 39,1% флюорита, 31,5% кварца, 20,2% карбонатов (преимущественно кальцита), около 6% сульфидов (преимущественно пирита, серы общей 3,2%).

Рассев производился на классы + 50 мм, - 50+10 мм, - 10 мм на вибрационном грохоте.  
25 Радиометрическое обогащение осуществлялось на сепараторах производства ООО «Эгонт». Электрическая сепарация на сепараторе ЭЛКОР - 1, производства «Механобр - Техника».

В результате обогащения был получен готовый концентрат (кусовой концентрат + готовый концентрат), содержащий 98,61% флюорита, 0,059% серы общей, выход  
30 концентрата 21,5%, извлечение 53,5%.

Полученные концентраты пригодны для использования в оптической и химической промышленности.

#### (57) Формула изобретения

35 Способ обогащения флюоритовых руд, включающий дробление, грохочение, сепарацию руды, отличающийся тем, что исходную руду рассеивают на три класса крупности, крупный класс дробят, направляют на грохочение, полученный подрешетный продукт объединяют с мелким классом, а надрешетный продукт вместе со средним  
40 классом подвергают радиометрической сепарации с выделением готового концентрата, отвальных хвостов и чернового концентрата, готовый концентрат отправляют на дальнейшую переработку, отвальные хвосты направляются в отвал, а черновой концентрат додрабливают и вместе с мелким классом и подрешетным продуктом подвергают мелкопорционной радиометрической сортировке с выделением отвальных  
45 хвостов, которые направляют в отвал, и чернового концентрата, который далее подвергается радиометрической сепарации с выделением отвальных хвостов, которые направляются в отвал, и чернового концентрата, который додрабливается и направляется на электрическую сепарацию, в ходе которой получается готовый концентрат, который направляют на дальнейшую переработку, и отвальные хвосты,

направляемые в отвал.

5

10

15

20

25

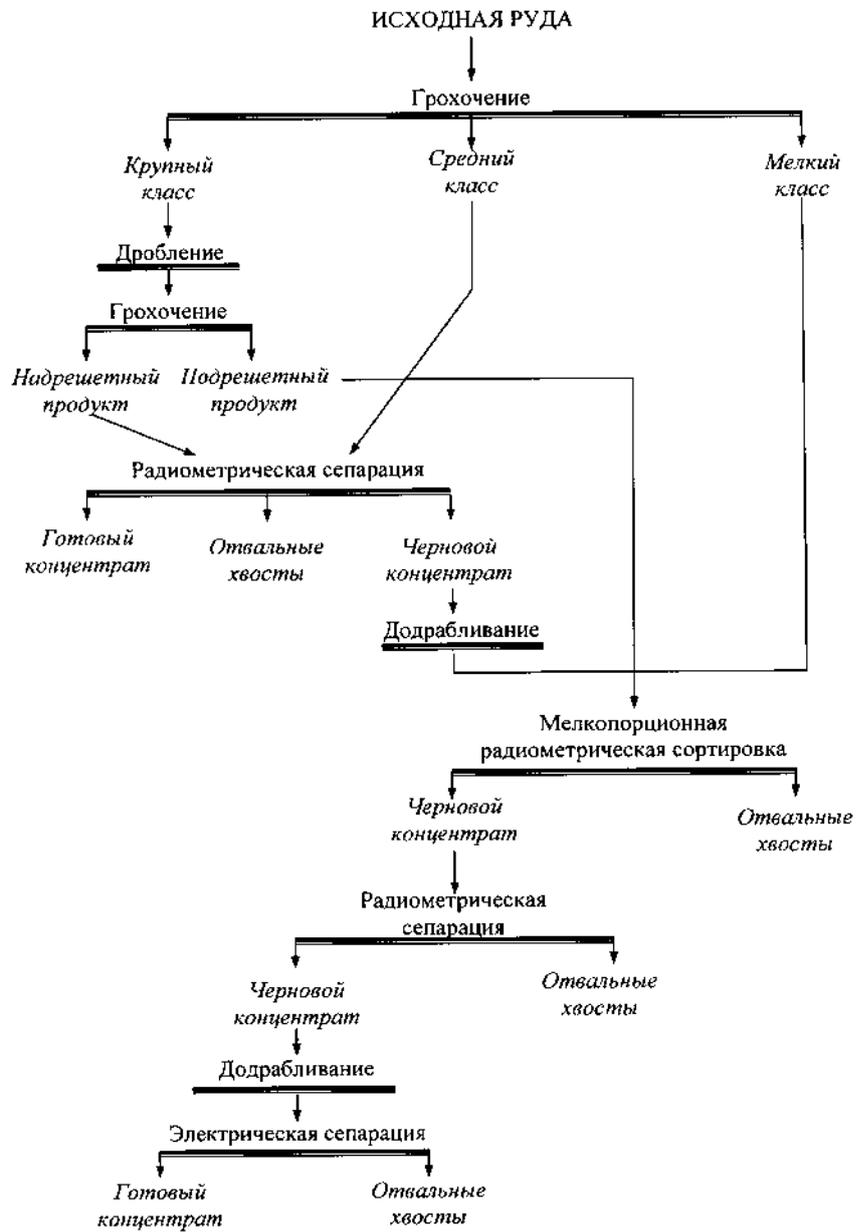
30

35

40

45

**СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ ФЛЮОРИТОВЫХ РУД**



**Фиг. 1**