

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2521380

### СПОСОБ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МАРТИТ-ГИДРОГЕМАТИТОВОЙ РУДЫ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013104883

Приоритет изобретения **05 февраля 2013 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **30 апреля 2014 г.**

Срок действия патента истекает **05 февраля 2033 г.**

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов





(51) МПК

*C09C* 1/24 (2006.01)*C22B* 1/24 (2006.01)*B03B* 7/00 (2006.01)*B03B* 9/00 (2006.01)*C01G* 49/06 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013104883/05, 05.02.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
05.02.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.02.2013

(45) Опубликовано: 27.06.2014 Бюл. № 18

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2441892 C1, 10.02.2012; . RU 2402583 C1, 27.10.2010. RU 2388544 C1, 10.05.2010. WO 2005097683 A1, 20.10.2005. КУСКОВ В.Б., КУСКОВА Я.В., Разработка технологии получения железоксидных пигментов, *Металлург*, 2010, N 3, с. 70-72

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВПО "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный", отдел ИС и ТТ

(72) Автор(ы):

Литвиненко Владимир Стефанович (RU),  
Трушко Владимир Леонидович (RU),  
Клячко Андрей Станиславович (RU),  
Кусков Вадим Борисович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный" (RU)

## (54) СПОСОБ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МАРТИТ-ГИДРОГЕМАТИТОВОЙ РУДЫ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано при получении железоксидных пигментов. Способ комплексной переработки мартит-гидрогематитовой руды включает грохочение руды, магнитную сепарацию с получением магнитной и немагнитной фракций, измельчение, гидравлическую классификацию, сгущение и сушку. Мартитовую руду сначала подвергают грохочению с разделением на три класса крупности - крупный, промежуточный, мелкий. Крупный класс направляется на сенсорную сепарацию с получением отвальных хвостов и концентрата, который додрабливается и разделяется грохочением на промежуточный и мелкий классы. Промежуточный класс транспортируют на металлургическую переработку, мелкий класс отправляют на брикетирование. Гидрогематитовую руду также подвергают грохочению с разделением на три класса крупности - крупный, промежуточный,

мелкий. Крупный класс направляют на сенсорную сепарацию с получением отвальных хвостов и концентрата, который додрабливают и разделяют грохочением на промежуточный и мелкий классы. Промежуточный класс транспортируют на металлургическую переработку. Часть мелкого класса направляют на брикетирование, другую часть направляют на магнитную сепарацию, магнитная фракция которой поступает на брикетирование. Немагнитную фракцию измельчают с перемешиванием мелушкой средой и направляют на гидравлическую классификацию первой стадии. Пески классификации возвращаются в мельницу. Слив поступает на вторую стадию классификации, слив которой после сгущения и сушки используют как пигмент третьего сорта. Пески второй классификации подают на вторую стадию измельчения с перемешиванием мелушкой средой. Измельченный во второй стадии продукт подвергается

гидравлической классификации третьей стадии, пески которой сгущают, сушат и используют как пигмент второго сорта. После этого слив сгущают, сушат и используют как пигмент

первого сорта. Изобретение позволяет получить одновременно несколько сортов железоксидного пигмента и готовое сырье для металлургической промышленности. 1 з.п. ф-лы, 1 ил., 1 табл.

RU 2 5 2 1 3 8 0 C 1

RU 2 5 2 1 3 8 0 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

*C09C* 1/24 (2006.01)*C22B* 1/24 (2006.01)*B03B* 7/00 (2006.01)*B03B* 9/00 (2006.01)*C01G* 49/06 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013104883/05, 05.02.2013

(24) Effective date for property rights:  
05.02.2013

Priority:

(22) Date of filing: 05.02.2013

(45) Date of publication: 27.06.2014 Bull. № 18

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU  
VPO "Natsional'nyj mineral'no-syr'evoy universitet  
"Gornyj", otdel IS i TT

(72) Inventor(s):

Litvinenko Vladimir Stefanovich (RU),  
Trushko Vladimir Leonidovich (RU),  
Kljamko Andrej Stanislavovich (RU),  
Kuskov Vadim Borisovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Natsional'nyj  
mineral'no-syr'evoy universitet "Gornyj" (RU)

(54) **COMPLEX PROCESSING OF MARTITE-HYDROHEMATITE ORE**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: proposed process comprises ore screening, magnetic separation to obtain magnetic and nonmagnetic fractions, grinding, hydraulic classification, thickening and drying. Martite ore is first subjected to screening with separation to three size classes, i.e. coarse, intermediate and fine. Coarse class is directed to sensory separation to obtain tails and concentrate to be additionally ground and screened to intermediate and fine classes. Intermediate class is conveyed to metallurgical processing while fine class is subjected to pelletising. Hydrohematite ore is first subjected to screening with separation to three size classes, i.e. coarse, intermediate and fine. Coarse class is directed to sensory separation to obtain tails and concentrate to be additionally ground and screened to intermediate and fine classes. Intermediate class is conveyed to metallurgical processing. Portion of fine class is directed

for pelletising while another portion is directed to magnetic separation, its magnetic fraction is fed for pelletising. Nonmagnetic fraction is ground with mixing by grinding medium and directed to hydraulic classification of the first stage. Classification sands are returned to the mill. Sink is fed to second stage of classification, its sink being used as 3<sup>rd</sup> grade pigment after thickening and drying. Sands of second classification are fed to second stage of grinding with mixing by grinding medium. Product ground at second stage is subjected to 3<sup>rd</sup> stage hydraulic classification, its sands being dried and used as 2<sup>nd</sup> grade pigment. Thereafter, sink is thickened, dried and used as 1<sup>st</sup> grade pigment.

EFFECT: simultaneous production of several grades of iron oxide pigment and finished stock for metallurgy.  
2 cl, 1 dwg, 1 tbl

Изобретение относится к способу комплексной переработки железосодержащих руд и может быть использовано для получения природных (не синтетических) железооксидных пигментов, которые могут использоваться в специальных антикоррозионных грунтовках, применяемых в том числе и для нужд кораблестроения, с одновременным получением сырья для металлургической промышленности в виде брикетов. Также способ может быть использован для производства редких и особо дорогих марок пигментов, включая и транспарентные, для нужд фармацевтической, косметической и пищевой промышленности.

Известен «Способ получения красного железооксидного пигмента» (патент RU №2303046, опубл. 20.07.2007). Способ получения красного железооксидного пигмента включает окисление водных растворов сульфата или суспензий гидроксида железа (II) кислородом воздуха при квазистационарных значениях температуры и pH реакционной среды, гидротермальную термообработку суспензии из оксигидроксидов железа (III) в периодическом или непрерывном режиме в автоклавах, отмывку пигмента от водорастворимых солей, сушку и размол пигмента. В процессе гидротермальной термообработки на суспензию FeOОН воздействуют наносекундными электромагнитными импульсами со следующими характеристиками: длительность импульса 0,5-5 нс, амплитуда импульсов 4-10 кВ, частота повторения импульсов 200-1000 Гц, процесс проводят при температуре 130-200°C.

Основные недостатки способа в сложности и высокой стоимости получения синтетического пигмента, экологической вредности процесса.

Известен способ «Получение железной слюдки микронного класса крупности» (патент RU №2354672, опубл. 10.05.2009). Изобретение относится к получению оксида железа (III) пластинчатой структуры, который может быть использован в качестве пигмента. Природный механически измельченный оксид железа (III), пластинчатая структура которого составляет по меньшей мере 50 вес.%, предпочтительно 75 вес.%, содержит частицы размером менее 10 мкм в количестве, по меньшей мере, 50 вес.%, предпочтительно 70 вес.%, особо предпочтительно 90 вес.%. Соотношение толщины к максимальному диаметру пластин оксида железа (III) составляет 1:5, предпочтительно, 1:10. Для получения такого оксида железа (III) его механически измельчают в ударно-отражательной мельнице или в струйной мельнице. Полученный в результате механического измельчения оксид железа (III) разделяют по крупности частиц, например, посредством воздушного сепаратора.

Основные недостатки способа в сложности получения высококачественного пигмента по предлагаемой «сухой» технологии, низком выходе готового пигмента,

Известен способ получения природного красного железооксидного пигмента из руды (Кусков В.Б., Кускова Я.В. «Разработка технологии получения железооксидных пигментов». Металлург, №3, 2010, стр.70-72), принятый за прототип. Дробленую железную руду подвергают магнитной сепарации с разделением на магнитную и немагнитную фракции, немагнитную фракцию измельчают и классифицируют в 4 стадии, включающих основную классификацию, первое перечистное, первое контрольное и второе контрольное гидроциклирование с отделением песков основной классификации. Затем слив подвергают окислительной деструкции, сгущают и сушат с одновременной дезинтеграцией и воздушной классификацией пигмента.

Основными недостатками способа является невозможность получения нескольких сортов, в частности высококачественных, пигмента, сравнительно невысокий выход готового пигмента, сравнительно высокая стоимость переработки руды. Кроме того, магнитная фракция и пески основной классификации непригодны для непосредственной

металлургической переработки.

Техническим результатом изобретения является повышение качества готового пигмента, получение сразу нескольких сортов пигмента, получение готового сырья для металлургической промышленности, снижение стоимости переработки.

5 Технический результат достигается тем, что способ комплексной переработки мартит-гидрогематитовой руды включает грохочение руды, магнитную сепарацию с получением магнитной и немагнитной фракций, измельчение, гидравлическую классификацию, сгущение и сушку, при этом мартитовую руду сначала подвергают грохочению с разделением на три класса крупности - крупный, промежуточный, мелкий, крупный  
10 класс направляют на сенсорную сепарацию с получением отвальных хвостов и концентрата, который додрабливают и разделяют грохочением на промежуточный и мелкий классы, промежуточный класс транспортируют на металлургическую переработку, мелкий класс отправляют на брикетирование, гидрогематитовую руду также подвергают грохочению с разделением на три класса крупности - крупный,  
15 промежуточный, мелкий, крупный класс направляют на сенсорную сепарацию с получением отвальных хвостов и концентрата, который додрабливают и разделяют грохочением на промежуточный и мелкий классы, промежуточный класс транспортируют на металлургическую переработку, часть мелкого класса направляют на брикетирование, другую часть направляют на магнитную сепарацию, магнитная  
20 фракция которой поступает на брикетирование, немагнитную фракцию измельчают с перемешиванием мелющей средой и направляют на гидравлическую классификацию первой стадии, пески классификации возвращаются в мельницу, слив поступает на вторую стадию классификации, слив которой после сгущения и сушки используют как пигмент третьего сорта, пески второй классификации подают на вторую стадию  
25 измельчения с перемешиванием мелющей средой, измельченный во второй стадии продукт подвергается гидравлической классификации третьей стадии, пески которой сгущают, сушат и используют как пигмент второго сорта, слив сгущают, сушат и используют как пигмент первого сорта.

30 Мартитовую руду можно делить на классы крупностью крупнее 80 мм, 80-5 мм и мельче 5 мм, гидрогематитовую руду на классы крупнее 150 мм, 150-5 мм и мельче 5 мм.

Грохочение позволяет сразу выделить промежуточный класс крупности, пригодный для непосредственной металлургической переработки без предварительно дробления руды, что снижает затраты на переработку.

35 Сенсорная сепарация позволяет выделить отвальные хвосты, что также снижает затраты на переработку, т.к. на дальнейшую переработку поступает уже не весь крупный класс, а только его часть. Кроме того, качество продукта, поступающего на дальнейшую переработку (концентрата), доводится до кондиционного.

40 Додрабливание концентрата из крупного класса с последующим его грохочением, позволяет выделывать промежуточный класс крупности, пригодный для металлургической переработки, и мелкий класс для брикетирования.

Брикетирование мелкого класса крупности мартитовой руды совместно с мелким классом гидрогематитовой руды и магнитной фракцией цикла пигментного производства позволяет получить высококачественные брикеты, пригодные для металлургической  
45 переработки.

Измельчение в две стадии в мельницах с перемешивающейся мелющей средой (мельницах тонкого и сверхтонкого измельчения) и стадийная классификация позволяет получить весьма мелкий пигмент нескольких сортов.

Магнитная сепарация позволяет выделить в магнитную фракцию большую часть «непигментных» минералов, которые обладают большей удельной магнитной восприимчивостью, чем «пигментные» минералы.

5 Разделение мартитовой руды на классы крупностью крупнее 80 мм, 80-5 мм и мельче 5 мм, объясняется тем, что максимальная крупность мартитовой руды, поступающей на доменную переработку, должна быть не более 80 мм. Класса мельче 5 мм должно быть в доменной шихте как можно меньше, т.к. этот класс существенно ухудшает показатели доменного процесса.

10 Разделение гидрогематитовой руды на классы крупностью крупнее 150 мм, 150 -5 мм и мельче 5 мм объясняется тем, что максимальная крупность гидрогематитовой руды, поступающей на доменную переработку, должна быть не более 150 мм. Класса мельче 5 мм должно быть в доменной шихте как можно меньше, т.к. этот класс существенно ухудшает показатели доменного процесса.

15 Способ осуществляют следующим образом - фиг.1. Исходную мартитовую руду в ходе грохочения I ст. делят на три класса крупности: крупный, промежуточный, мелкий.

Крупный класс направляется на сенсорную сепарацию, в ходе которой выделяют отвальные хвосты и концентрат. Концентрат додрабливают до крупности промежуточного класса и подвергают грохочению II ст. для выделения мелкого класса, который направляют на брикетирование.

20 Промежуточный класс, полученный в ходе грохочения I ст. (вместе с промежуточным классом, полученным в ходе грохочения II ст.), направляется на непосредственную металлургическую переработку.

Мелкий класс, полученный в ходе грохочения I ст. (вместе с мелким классом, полученным в ходе грохочения II ст.), направляется на брикетирование.

25 Исходную гидрогематитовую руду в ходе грохочения I ст. также делят на три класса крупности: крупный, промежуточный, мелкий.

30 Крупный класс направляется на сенсорную сепарацию, в ходе которой выделяют отвальные хвосты и концентрат. Концентрат додрабливают до крупности промежуточного класса и подвергают грохочению II ст. для выделения мелкого класса, который направляют на брикетирование.

Промежуточный класс, полученный в ходе грохочения I ст. (вместе с промежуточным классом, полученным в ходе грохочения II ст.), направляется на непосредственную металлургическую переработку.

35 Часть мелкого класса, полученного в ходе грохочения I ст. (вместе с мелким классом, полученным в ходе грохочения II ст.), направляют на брикетирование. Другая часть поступает в цикл получения пигмента.

Цикл получения пигмента включает магнитную сепарацию, в ходе которой выделяют магнитную фракцию, поступающую на брикетирование (вместе с мелкими фракциями, полученными в результате грохочения).

40 Немагнитная фракция поступает на измельчение I стадии, которое работает в замкнутом цикле с классификацией. Пески классификации возвращаются в измельчение I стадии, слив I подают на классификацию II стадии. В ходе классификации II стадии получают слив II, который сгущают, сушат, при этом получается пигмент 3 сорта.

45 Пески классификации II стадии направляют на измельчение II стадии. Измельченный продукт подвергают классификации III стадии, при этом получают пески III, которые сгущают, сушат, при этом получается пигмент 2 сорта. Также получают слив IV, который сгущают, сушат, при этом получается пигмент 1 сорта.

Количество стадий измельчения и классификации может быть различным в

зависимости от свойств исходной руды и требований потребителя готовой продукции. Также различным может быть количество сортов пигмента. В зависимости от свойств исходного сырья I стадия классификации может быть открытой. Тогда пески этой классификации направляют на брикетирование вместе с классами - 5 мм

5 Пример. Используют мартитовую и гидрогематитовую железную руду Яковлевского месторождения. Получена опытная партия пигмента и брикетов из железной руды.

Исходную мартитовую руду, крупностью 200-0 мм на двухситном самобалансном грохоте (I стадия грохочения) делят на три класса крупности: - 200+80 мм, - 80+5 мм и - 5 мм.

10 Класс - 200+80 мм разделяют на сенсорном сепараторе фирмы TOMRA Sorting Solutions на отвальные хвосты и концентрат. Концентрат дробят на щековой дробилке до 80 мм. Дробленый продукт на самобалансном грохоте (II стадия грохочения) рассеивают на классы - 80+5 мм и - 5 мм. Класс - 80+5 мм объединяют с классом - 80+5 мм, полученным на первой стадии грохочения, и отправляют на доменную переработку.

15 Класс - 5 мм объединяют с классом - 5 мм, полученным на I стадии грохочения, и отправляют на брикетирование.

Исходную гидрогематитовую руду, крупностью 250 - 0 мм на двухситном самобалансном грохоте (I стадия грохочения) делят на три класса крупности: - 250+150 мм, - 150+5 мм и - 5 мм.

20 Класс - 250+150 мм разделяют на сенсорном сепараторе фирмы TOMRA Sorting Solutions на отвальные хвосты и концентрат. Концентрат дробят на щековой дробилке до 150 мм. Дробленый продукт на самобалансном грохоте (II стадия грохочения) рассеивают на классы - 150+5 мм и - 5 мм. Класс - 150+5 мм объединяют с классом - 150+5 мм, полученным на первой стадии грохочения и отправляют на доменную

25 переработку.  
Класс - 5 мм объединяют с классом - 5 мм, полученным на I стадии грохочения, объединяют с классом - 5 мм и часть его отправляют на производство пигмента. Другую часть объединяют с классом - 5 мм, полученным из мартитовой руды, и отправляют на брикетирование.

30 Для производства пигмента класс - 5 мм из гидрогематитовой руды подвергают магнитной сепарации. Магнитная фракция, содержащая в основном «непигментные» минералы, объединяется с классами - 5 мм, направляемыми на брикетирование.

Немагнитная фракция поступает на измельчение I стадии на мельнице VERTIMILL фирмы Metso. Измельченный продукт классифицируется в гидроциклоне, пески

35 возвращаются в мельницу. Слив I поступает на II стадию классификации в гидроциклоне. Слив II сгущается, сушится и отгружается потребителю как пигмент 3 сорта. Пески II стадии классификации измельчают в мельнице SMD фирмы Metso и направляют на классификацию III стадии также в гидроциклоне.

40 Пески III из классификации III стадии сгущаются, сушатся и отгружаются как пигмент 2 сорта. Слив также сгущается, сушится и отгружается как пигмент 1 сорта.

Технологические показатели по полученному пигменту приведены в табл. 1

Брикетирование классов - 5 мм с добавкой магнитной фракции производят в валковом прессе. Предварительно материал смешивают со связующим веществом. Брикететы изготавливались размером 26×20×12 мм.

45 Полученные брикететы оказались пригодными для металлургической переработки в качестве компонента доменной шихты.

Таким образом, способ расширяет свои возможности и позволяет повысить качество готового пигмента, получить сразу нескольких сортов пигмента, получить готовое

сырья для металлургической промышленности, снизить стоимость переработки.

№ пр-та	Наименование продукта	Выход, %	Крупность, мкм	Укрывистость, г/м <sup>2</sup>
5	8	Класс - 5 мм после грохочения II	2,6	
	9	Класс - 80+5 мм после грохочения II	5,2	
	7	Класс - 80 после дробления	7,8	
	6	Концентрат сенсорной сепарации	7,8	
	5	Хвосты сенсорной сепарации	6,9	
10	2	Класс+80 после грохочения I	14,7	
	3	Класс - 80+5 после грохочения I	18,3	
	10	Классы -80+5 после грохочения I и II	23,5	
	4	Класс - 5 после грохочения I	29,4	
	11	Классы - 5 мм после грохочения I и II	32,0	
15	1	Всего: исходная маритовая руда	62,4	
	33	Пески III (Пигмент 2 сорт)	2,5	15
	34	Слив IV (Пигмент 1 сорт)	2,2	7
	32	Продукт измельчения II	4,7	
	31	Слив II (Пигмент 3 сорт)	2,4	24
20	30	Пески II	4,7	
	29	Слив I	7,1	
	28	Пески I	7,2	
	27	Продукт измельчения I	14,3	
	26	Питание измельчения I	14,3	
25	24	Немагнитная фракция	7,1	
	25	Магнитная фракция	2,4	
	23	Питание магнитной сепарации	9,5	
	22	Гидрогематитовая руда на брикетирование	5,7	
	19	Класс - 5 мм после грохочения II	1,4	
30	20	Класс - 150+5 мм после грохочения II	3,7	
	21	Классы -150+5 после грохочения I и II	19,3	
	18	Дробленный продукт	5,1	
	17	Концентрат сенсорной сепарации	5,1	
	16	Хвосты сенсорной сепарации	3,1	
30	13	Класс+150 после грохочения I	8,2	
	14	Класс - 150+5 мм после грохочения I	15,6	
	15	Класс - 5 мм после грохочения I	13,8	
	12	Всего: исходная гидрогематитовая руда	37,6	
		Всего: руда	100,0	

### Формула изобретения

1. Способ комплексной переработки марит-гидрогематитовой руды, включающий грохочение руды, магнитную сепарацию с получением магнитной и немагнитной фракций, измельчение, гидравлическую классификацию, сгущение и сушку, отличающийся тем, что маритовую руду сначала подвергают грохочению с разделением на три класса крупности - крупный, промежуточный, мелкий, крупный класс направляют на сенсорную сепарацию с получением отвальных хвостов и концентрата, который додрабливают и разделяют грохочением на промежуточный и мелкий классы, промежуточный класс транспортируют на металлургическую переработку, мелкий класс отправляют на брикетирование, гидрогематитовую руду также подвергают грохочению с разделением на три класса крупности - крупный, промежуточный, мелкий, крупный класс направляют на сенсорную сепарацию с получением отвальных хвостов и концентрата, который додрабливают и разделяют грохочением на промежуточный и мелкий классы, промежуточный класс транспортируют на металлургическую переработку, часть мелкого класса направляют на брикетирование, другую часть

направляют на магнитную сепарацию, магнитная фракция которой поступает на брикетирование, немагнитную фракцию измельчают с перемешиванием мелющей средой и направляют на гидравлическую классификацию первой стадии, пески классификации возвращаются в мельницу, слив поступает на вторую стадию классификации, слив  
5 которой после сгущения и сушки используют как пигмент третьего сорта, пески второй классификации подают на вторую стадию измельчения с перемешиванием мелющей средой, измельченный во второй стадии продукт подвергается гидравлической классификации третьей стадии, пески которой сгущают, сушат и используют как пигмент второго сорта, слив сгущают, сушат и используют как пигмент первого сорта.

10 2. Способ по п.1, отличающийся тем, что мартитовую руду делят на классы крупностью крупнее 80 мм, 80-5 мм и мельче 5 мм, гидрогематитовую руду делят на классы крупнее 150 мм, 150-5 мм и мельче 5 мм.

15

20

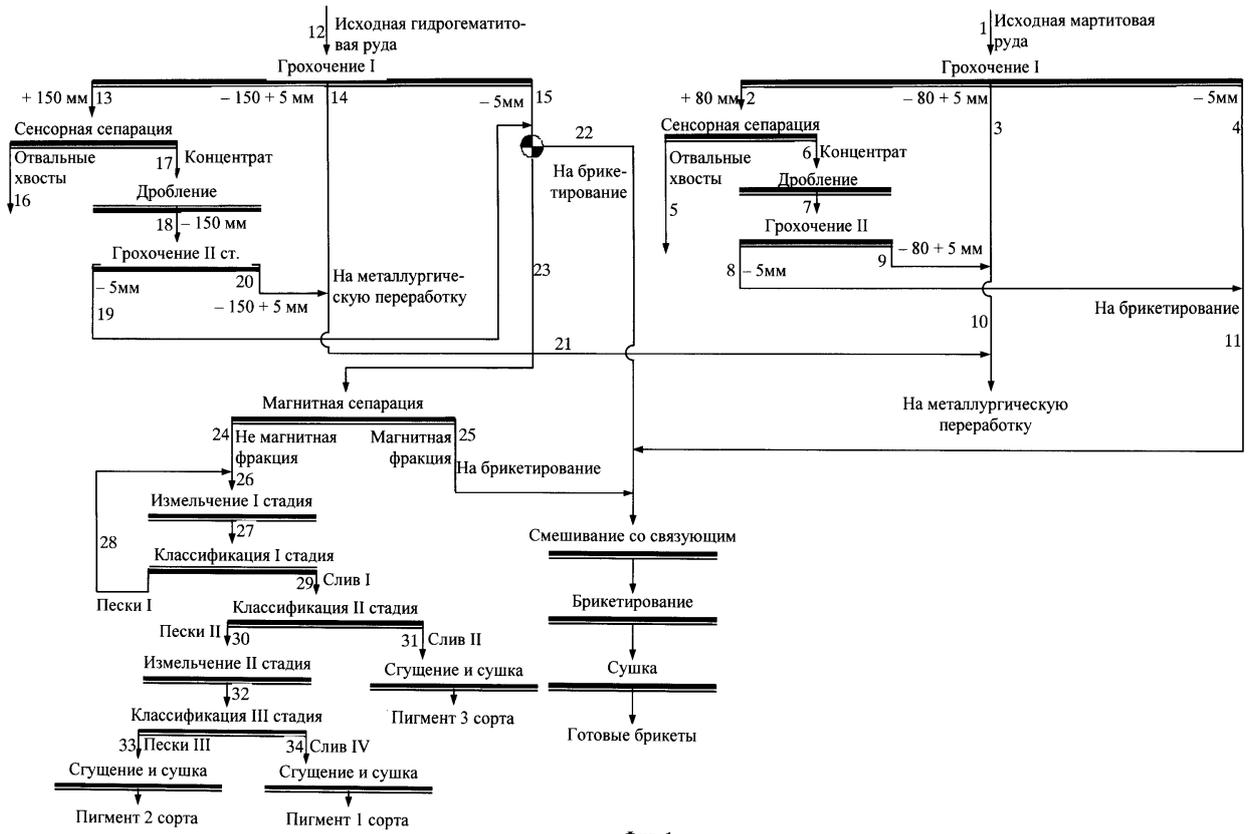
25

30

35

40

45



Фиг. 1